

LAB-ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus

Jouni Palonen

Tietomallien hyödyntäminen kustannus- ja määrä- laskennassa

Opinnäytetyö 2020

Tiivistelmä

Jouni Palonen

Tietomallien hyödyntäminen kustannus- ja määrälaskennassa, 49 sivua

LAB-ammattikorkeakoulu

Tekniikka

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus

Talonrakennustekniikka

Opinnäytetyö 2020

Ohjaaja: lehtori Timo Lehtoviita, LAB-ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyön työn tavoitteena oli selvittää, miten tietomallipohjaisen suunnittelun määrittelyä tulisi ohjeistaa, jotta tietomalleja voidaan käyttää määrälaskennassa ja jotta määrätieto on tarkkaa ja luotettavaa.

Aluksi kerrotaan yleisesti tietomalleista ja -mallinnuksesta sekä niiden käytöstä määrälaskennassa. Sen jälkeen kuvataan tietomallipohjaisen määrälaskennan prosessi, menetelmät sekä hyödyt ja ongelmat. Lisäksi selvitettiin määrälaskennan asettamista vaatimuksista tietomalleille ja tekijöitä, jotka mahdollistavat luotettavan määrätiedon tuottamisen. Lopuksi työssä kerrotaan yleisimmistä mallinnus- ja määrälaskentaohjelmista sekä määrälaskennan ongelmakohdista.

Työn tuloksia on mahdollista hyödyntää tilaajan tietomallipohjaisissa hankkeissa. Voidaan päätellä, että tietomalleja ei ole tällä hetkellä tuotettu yleisten tietomallivaatimusten mukaisesti määrälaskennan kannalta riittävällä tarkkuudella. Tähän on syynä useimmiten se, että tietomallisuunnitteluun ei ole haluttu käyttää suunnitteluun varattuja määrärahoja siinä laajuudessa, että tuotetuista tietomalleista saataisiin riittävän tarkkaa tietoa määrä- ja kustannuslaskentaan.

Asiasanat: määrälaskenta, tietomallinnus, tietomalli

Abstract

Jouni Palonen

Utilization of data models in cost and volume calculations, 49 pages

LAB-University of Applied Sciences

Technology

Degree Program in Civil Engineering

Thesis 2020

Instructor: Mr Timo Lehtoviita, lecturer, LAB-University of Applied Sciences

The aim of this thesis was to find out how the definition of data model based design should be guided, that data models can be used in quantity calculations and that the determination is accurate and reliable.

Initially, information on modeling and modeling of data and their use in volume calculation will be generalized. It then describes the process, methods, and benefits and problems of data model based counting. In addition, the requirements for quantity models for data models and factors that enable reliable quantity data to be produced were investigated. Finally, the paper describes the most common modeling and quantity calculating programs, as well as the problem areas of quantity calculating.

The results of the work can be utilized in the client's data model based projects. It can be concluded that the data models have not yet been defined according to the general data model requirements for volume calculation. The reason for this is most often the fact that it was not desired to use the budget allocated to the design of the data model to the extent that the data models produced were sufficiently accurate for the purpose of volume and cost calculations.

Keywords: volume calculation, data modeling, data model

Sisällys

1	Johdanto	8
2	Tietomallinnus	8
2.1	Tietomallintamisen edut	10
2.2	Tietomallintamisen haasteet	12
3	Määrälaskennan periaatteet	13
4	Määrälaskenta	13
4.1	Mallipohjaisen määrälaskennan menetelmät ja liittyminen hankkeen ohjaukseen	14
4.1.1	Määrälaskennan avainkäsitteitä	15
4.1.2	Mallitiedon hyödyntämisen päätasot määrälaskennassa	15
4.1.3	Laskenta suunnitteluvaiheen aikana	15
4.2	Määrälaskennan prosessi	17
4.2.1	Kohteeseen tutustuminen	17
4.2.2	Lähdeaineiston kokoaminen	18
4.2.3	Määrälaskenta ja laskennan suorittaminen	19
4.2.4	Laadunvarmistus ja määrien toimittaminen	19
4.3	Rakennusosalaskenta	19
4.4	Tuoteosalaskenta	22
4.5	Suoritelaskenta	23
4.6	Tietomallipohjainen määrälaskenta	26
4.7	Määrälaskennan vaatimukset tietomalleille	28
4.7.1	Arkkitehtimallin laadunvarmistus	32
4.7.2	Laskenta usean suunnittelualan malleista	32
4.7.3	Pintojen laskeminen	33
5	Suunnittelun ja määrälaskennan ohjelmistoja	34
5.1	ArchiCad	34
5.2	Autodesk Revit Architecture	35
5.3	Tocoman kustannustieto	35
5.4	Simplebim	36
5.5	Tocoman BIM3	36
5.6	Vico Office	37
6	Erään koulurakennuksen määrälaskennassa tehtyjä havaintoja tietomalleihin liittyen	39
7	Tietomallintamiseen liittyviä yleisiä ohjeita (määrä- ja kustannuslaskenta)	42
8	Määrälaskennan ongelmakohtia	44
9	Määrälaskennan vaatimustason muuttaminen	46
10	Päätelmät	47
	Lähteet	49

Lyhenteet ja määritelmät

BIM

BIM on lyhenne englannin kielisistä sanoista Building Information model/modeling, suomeksi rakennuksen tietomalli/tietomallintaminen

BuildingSMART

BuildingSMART Finland on Suomessa toimiva yhteistyöfoorumi, jonka tarkoituksena on lisätä tietämystä tietomalleista ja auttaa tietomallien käyttöönotossa. BuildingSMART Finland on yksi useista maaorganisaatioista, jotka kuuluvat kansainväliseen BuildingSMART Internationaliin.

Energiaselvitys

Energiaselvitys on laaja selvitys rakennuksen energiankäytöstä. Energiaselvitys pitää sisällään yleensä selvityksen siitä, että rakennuksessa olevat lämpölämmitykset pysyvät määräysten mukaisina.

IFC

IFC (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön. IFC määrittelee kyseisten tietokonesovellusten tiedonsiirron yhteensopivuuden perustan.

Mittatieto

Tietomallissa olevien objektien 3D-muodon kuvauksen perustieto. Esim. Pilarin 3D-muotoa kuvaavan tilavuuskappaleen, suorakulmaisen särmiön korkeus, leveys ja pituus.

Määrälaskenta

Määrälaskentatoiminto käsittää kohteeseen tutustumisen, lähdeaineiston kokoamisen ja määrätiedon tuottamisen tehtävät. Toiminnolla selvitetään rakennukseen liittyvät kustannuslaskentanimikkeiden määrätiedot.

Määrätieto

Määrätieto saadaan objektin mittaa ja määrää kuvaavista tiedoista, joita voidaan laskea yhteen niiden rakennusosien osalta, joilla on sama rakennetyyppi.

Natiivimalli

Natiivimalli on tietomallien suunnitteluohjelmiston omalla tiedostoformaatilla tallennettu tiedosto.

Panos

Panos on (työ)suoritteen suoritukseen vaadittava rakennusmateriaali tai työpanos. Panos sisältää suoritteen valmistukseen tarvittavat materiaalit, välineet ja työpanokset. Esimerkiksi anturamuotin tekoon tarvittavat panokset, jotka ovat rakennusmiehen työ, puutavara siirtoineen ja naulat.

Rakennusosa

Rakennuksen aineellinen osa, jota voidaan pitää käsitteellisesti itsenäisenä, esim. ulkoseinä, välipohja, ikkuna (paikoilleen asennettuna).

Rakennuttaja

Rakennuttaja on luonnollinen tai juridinen henkilö, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka viime kädessä vastaanottaa työn tuloksen.

Suorite

Suorite on rakennusosan valmistukseen vaadittava työvaihe. Suorite muodostuu panoksista. Esimerkiksi, betonipilarin valmistaminen koostuu seuraavista suoritteista: muottityö, rauditus ja betonointi

Suoritelaskenta

Suoritelaskenta tarkoittaa sellaista laskentaa, jossa kohteen määrät hinnoitellaan panosten ja niiden hintojen perusteella. Panoksella tarkoitetaan kulueriä, jotka yhdessä muodostavat suoritteen

Tietomalli

Tietomalli on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tietomalliin liittyy myös rakennuksen geometrian määrittäminen ja esittäminen kolmiulotteisesti havainnollisuuden ja erilaisten simulointitarpeiden vuoksi. Rakennuksen tietomalleilla tarkoitetaan eri suunnittelualojen (mm. arkkitehti-, rakenne-, talotekniikkasuunnittelijoiden (LVISA)) tuottamia tietoa sisältäviä kolmiulotteisia malleja

Tietomallikoordinaattori

Tietomallikoordinaattori huolehtii projektikohtaisen alustavan tietomallinnussuunnitelman laadinnasta ja eri suunnittelualojen tietomallinnustehtävien koordinoinnista, yhteistyössä pääsuunnittelijan kanssa. Tietomallikoordinaattorin tehtäviin voi sisältyä yhdistelmämallien tuottaminen ja tietoteknisen yhteensovittamisen varmistaminen.

Tuoteosa

Tuoteosalla tarkoitetaan kokonaisuuksia, joissa on useampi kuin yksi rakennusosa.

Tuoterakenne

Tuoterakenne voi sisältää osakokoonpanoja ja osia, mitkä taas koostuvat työvaiheista, raaka-aineista, osto-osista ja alihankintatöistä.

1 Johdanto

Tässä työssä käsitellään tietomallien hyödyntämistä rakentamisen määrä- ja kustannuslaskennassa.

Työn tavoitteena on perehtyä eri suunnittelualojen tietomalleista saatavan sisällön hyödyntämiseen määrä- ja kustannuslaskennassa. Työtä tehdessä esitetään suunnitelmista saatavaa tietoa rakentamisen määrälaskennan näkökulmasta, eli kuinka tietomallintamisen tarkkuustason parantaminen voisi muuttaa koko rakennushankkeen määrä- ja kustannuslaskentaprosessia.

Työssä esitellään suunnittelu- ja tarkastusohjelmia tietomalleille, sekä niiden ominaisuuksia että soveltuvuutta määrä- ja kustannuslaskentaan. Työssä käytetään erään laskentatoimiston rakennushanketta esimerkkinä.

Tutkimustyötä on rajattu siten, että siinä käsitellään ainoastaan yleisempiä mallinnussovelluksia, kuten ArchiCAD, Autodesk Revit Architecture, Tocoman kustannustieto, Simplebim, Tocoman BIM3 ja Vico Office. Näiden ohjelmistojen tietotekninen toteutus ja tiedon käsittelytavat on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle. Työssä käsitellään lähinnä sovelluksien ominaisuuksia loppukäyttäjän näkökulmasta, jotta saadaan selkeä kuva sovellusten nykyisestä käytettävyydestä.

Rakentamisen tietomallien välistä tiedonsiirtoa ei juurikaan käsitellä tässä raportissa, vaan ainoastaan hyvin pintapuolisesti ohjelmien ominaisuuksien esittelyn yhteydessä.

2 Tietomallinnus

Tietomallintaminen (BIM, Building Information Modeling) on toimintatapa, jolla parannetaan suunnittelutiedon hallintaa ja tehdään mahdolliseksi johdonmukainen tietojen hyödyntäminen rakentamisen eri vaiheissa.

Tietomallinnuksessa yhdistyy mallipohjainen tietokantaan perustuva suunnittelu ja rakentamisen prosessien hallinta yhtenä kokonaisuutena. Kolmiulotteisia malleja hyödynnetään piirustusten tuottamiseen ja erilaisiin analyyseihin, kuten mää-

rälistaukseen, lujuus- ja energia-analyyseihin, suunnitelman ympäristövaikutusten arviointeihin ja lukuisiin muihin tarkasteluihin. Tietomalli on ennen rakentamista tuotettava prototyyppi, jonka avulla pyritään varmistamaan toimiva lopputulos. (YTV2012 osa 1.)

Mallipohjaisella suunnittelutyöllä toteutuu parhaimmillaan usean suunnittelualan kokonaisuussuunnittelutyö. Eri suunnittelualojen suunnitelmat yhdistetään yhdeksi hankkeen yhdistelmämalliksi, jonka avulla havaitaan ristiriidat ja rakennettavuuden ongelmakohdat, kun yhdistelmämallia tarkastellaan tähän tarkoitukseen kehitetyillä ohjelmilla. Tietomalleilla voidaan myös varmistaa hankkeelle asetettujen vaatimusten toteutuminen sekä tehostaa asiantuntijoiden yhteistointa ja seurata rakentamisen etenemistä havainnollisten esitysten avulla. (YTV2012 osa 1.)

Tietomallien käyttö varsinkin talonrakennushankkeissa on yleistynyt nopeaan tahtiin. Käytöstä saatavat hyödyt rakennushankkeessa ovat niin merkittäviä, että tietomallinnus yleistyy jatkossa kaikkiin hankkeisiin. Kohteet ovat niin laajoja ja monimutkaisia toteuttaa, että perinteisillä paperipiirustuksilla ei enää tulisi toimeen. Mallinnus helpottaa ja monipuolistaa suunnittelijoiden mahdollisuuksia suunnittelutyössä, auttaa rakentamisessa sekä rakennuksen elinkaaren seurannassa.

Tietomalleihin siirtyminen edellyttää tiivistä yhteistyötä kaikkien osapuolien välillä. Työmaalta on saatava palautetta onnistumisista sekä myös haasteista tietomallien käytössä. Tällä tavoin saadaan parempia ja paikkansapitävämpiä suunnitelmia ja tietomallintamisen kehittymistä voidaan nopeuttaa. (YTV2012 osa 1.)

Opinnäytetyössä käsitellään määrälaskennan edellytyksiä ja asioita, jotka edesauttavat saamaan mahdollisimman luotettavan ja tarkan määrätiedon tietomallista. Lisäksi käsitellään tietomallipohjaista määrälaskentaa, tietomalleja, tietomallinnusta ja yleisesti käytössä olevia ohjelmistoja.

2.1 Tietomallintamisen edut

Tietomallintamisella pystytään tehostamaan hankkeen organisointia ja eri osapuolien välistä yhteistoimintaa, tiedonhallintaa sekä parantamaan suunnitelmien yhtenevyyttä ja suunnittelun laatua. Mallintaminen myös edistää hankkeiden tavoitteiden mukaisen lopputuloksen saavuttamista. Mallinnustyön tietosisältöä voidaan hyödyntää koko rakennushankkeen sekä rakennuksen elinkaaren ajan. Tämänhetkisellä osaamisella ja sovelluksilla mallin sisältämää tietoa voidaan käyttää esimerkiksi suunnitelmien laadun ja yhdenmukaisuuden varmistamiseen, hankkeen kustannuksien hallintaan, energia- ja elinkaarianalyysihin. Tietomallia voidaan myös käyttää valmiin rakennuksen huollon- ja ylläpidon tiedonhallintaan. (Penttilä, Nissinen & Niemenoja 2006.)

Rakennuttaja saa arvokasta päätöksentekoon vaikuttavaa tietoa, kun rakennuskohteen suunnittelu toteutetaan mallintamalla. Mallintaminen mahdollistaa kustannuksiltaan ja toiminnaltaan erilaisten vaihtoehtojen vertailun ja arvioinnin, milloin lopullisen suunnitteluratkaisun perustella voidaan varautua syntyviin kustannuksiin. Tietomallin avulla hankkeesta saadaan yksityiskohtaista tietoa, mikä helpottaa päätöksentekoa ja millä voidaan vähentää mahdollisia tulevia muutoskustannuksia. Karkea kustannustasoarvio auttaa arvioimaan hankkeen taloudellista kannattavuutta. Kannattamattomat investoinnit voidaan näin ollen hylätä, eikä hanke saa rakentamispäätöstä. Mikäli hanke osoittautuu taloudellisesti kannattavaksi ja se toteutetaan, voidaan rakennushankkeen toiminnallisuuteen ja laatuun vaikuttaa jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Tietomallintaminen auttaa arvioimaan rakennuksen elinkaaren aikana syntyviä kustannuksia ja rakennuksen ekologisuutta. Mallintaminen helpottaa tuotetun tiedon siirtämistä, milloin suunnitteluprosessi nopeutuu ja kustannukset vähenevät. (Penttilä, Nissinen & Niemenoja, 2006.)

Yksi tietomallintamisen tarjoama hyöty on sen havainnollisuuden parantaminen verrattuna paperisiin suunnitelmiin. Tietomallintamisella saadaan selkeytettyä suunnitteluratkaisuita ja niistä kommunikointi suunnittelijoiden välillä helpottuu. Tietomallintamisen mahdollistama objektien hallinnointi erilaisten muuttujien avulla vähentää muutoksista syntyvää geometria- tai sijoitteluvirhettä. Näiden

muuttujien avulla tehtävät päivitykset ovat täsmällisiä ja päivittyvät reaaliaikaisesti mallin jokaiseen näkymään. Suunnittelun muutokset voidaan tarkistaa nopeasti törmäystarkastelun avulla, siihen suunnitelluilla ohjelmistoilla tai visuaalisesti kaikkien suunnittelualojen yhdistelmämallista. (YTV2012 osa 7.)

Tietomallipohjaisella suunnittelutyöllä saadaan tietomallista tuotettua määrätieto tiloista ja materiaaleista jo hankkeen alkuvaiheessa. Tämä helpottaa hankkeen kustannusten arviointityössä. 3D-mallinnuksella voidaan tarkastella myös tilojen sijaintia toisiinsa nähden sekä tehdä analyyseja tilojen toimivuudesta. Lisäksi hankkeen kustannuksia voidaan seurata ja arvioida missä tahansa suunnittelutyön vaiheessa. Myös esimerkiksi erilaisten muutosten hinnan arviointia voidaan seurata reaaliaikaisesti suunnittelutyön edetessä. Suunnittelutyön alkuvaiheessa kustannuksia voidaan määritellä karkeasti, esimerkiksi rakennuksen tilojen neliömetrien tai autohallin parkkipaikkojen lukumäärän mukaan. Suunnittelutyön edetessä kustannuksia voidaan seurata tarkemmin, kun määritellään objektikohtaisesti hintatietoa tietomalliin. (YTV2012 osa 7.)

Tietomallista saatavaa määrätietoa ja määräluetteloita materiaaleista ja objekteista voidaan käyttää hyväksi myös hankintavaiheessa materiaalihankinnoissa. Urakoitsija voi rakentamisvaiheessa hyödyntää tietomallin objektitietoja esimerkiksi elementtien ja muiden valmisosien tilaamisessa, kuten ikkunoiden ja ovien hankinnassa. Tarkka malli mahdollistaa myös isompien kokonaisuuksien toimitamista elementteinä ja komponentteina kuin aiemmin paperisilla suunnitelmilla työskenneltäessä. Tietomallintamisen eräs merkittävä etu on myös sen mahdollistama energiaselvityksen teko jo hankkeen varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Tietomallien visuaalisuudesta on myös hyötyä asiakkaalle. Kolmiulotteinen ja visuaalinen malli helpottaa esitettyjen suunnitteluratkaisujen hahmottamista ja ymmärtämistä. Tietomallintamisella aikaan saadaan myös suunnitelmien laadun paranemista, sillä tietomallin avulla mahdollisiin suunnitteluvirheisiin voidaan puuttua jo aikaisemmassa vaiheessa. Myös rakennuttajan hankkeen hallinnointi tehostuu, kun hankkeen suunnitelmat ja tiedot ovat sähköisessä muodossa, helposti saatavilla koko rakennushankkeen ajan. (YTV2012 osa 7.)

2.2 Tietomallintamisen haasteet

Tietomallintamisessa käytettävien menetelmien ja välineiden kehitys on hyvässä vauhdissa, mutta mallinnus vaatii tietomallihankkeen osapuolilta myönteistä asennetta ohjelmistojen ja toimintamallien suhteen. Tietomallinnusta ei edelleenkään käytetä niin tehokkaasti, kun se olisi mahdollista. Lisäksi mallintaminen edellyttää tietomallinnuksen tuntemusta ja ajan tasalla olevaa tietotekniikkaa. Mallintaminen edellyttää perusteellista yhteistoiminnan ja toimintatapojen ennakosuunnittelua eri osapuolien kesken, suunnitelmien mukaista toteutusta, sekä jatkuvaa suunnitelmien seurantaa.

Haasteeksi on osoittautunut mm. yhteistyön ongelmat, mikäli kaikki hankkeen suunnittelijat eivät käytä tietomallintamista suunnittelutyössään. Silloin jonkun on rakennettava tietomalli paperisten suunnitelmien pohjalta muiden käyttöön. Tietomallien käyttöä voivat hankaloittaa myös juridiset kysymykset, esimerkiksi se, kuka omistaa mallit ja analyysit, sekä kuka maksaa niistä aiheutuneet kulut (Penttilä, Nissinen & Niemenoja 2006). Tiedon syöttäminen malliin vie myös aikaa, mikä lisää työmäärää suunnitteluprosessissa. Tätä syötettyä tietoa hyödyntävät usein muutkin tahot, kuin sen tuottajat. Se voi johtaa siihen, että voidaan joutua keskustelemaan siitä, kenen maksettaviksi ne kuuluvat. Ongelmaksi saattaa myös aiheutua vastuukysymykset, esim. kuka vastaa tietomalliin vietävän tiedon oikeellisuudesta. (YTV2012 osa 7.)

Mallin tiedostokoot ovat isoja, minkä seurauksena ohjelmat eivät aina toimi kunnonlla. Myös näiden isojen tiedostojen siirtely suunnittelijoiden välillä voi aiheuttaa ongelmia. Tietomallinnushankkeiden koordinointi on myös haastavaa ja siihen tulee valita kokenut tietomallikoordinaattori, mielellään suunnitteluryhmän ulkopuolelta oleva taho, esimerkiksi tilaajan organisaatiosta tai erillinen tietomallikoordinaattoripalveluita tarjoava yritys. Hankkeen tietomallintamisen virheiden esilletulo saattaa aiheuttaa ongelmia henkilöiden välillä. Mallintamiseen ei ole vielä riittävästi kokemusta kaikilla suunnittelijoilla, sekä asenteet tietomalleja kohtaan ovat joillakin henkilöillä negatiivisia. On myös esitetty epäilyjä siitä, onko tietomallintamisesta hankkeelle todellista hyötyä ja alentaako se esimerkiksi kustannuksia. Jotta tietomallista saataisiin kaikki mahdollinen hyöty, niin se tulisi suunnitella

niin tarkasti ja virheettömästi, että se nostaa suunnittelutyön hintaa huomattavasti. Sen vuoksi tilaaja ei tällä hetkellä suunnitteluta vielä hankkeitaan tarkimalla suunnittelutasolla, mitä on esitetty esim. YTV2012 ohjeistuksessa. Onnistuneen lopputuloksen kannalta merkittävää on hankkeen tavoitteellinen seuraminen ja ohjaaminen. (YTV2012 osa 7.)

3 Määrälaskennan periaatteet

Määrälaskennan tarkoituksena on selvittää rakennuksen valmistamiseen tarvittavien rakennusmateriaalien ja työpanosten määrät soveltuvien osien jonkin nimikkeistöjärjestelmän mukaan, joita ovat esimerkiksi Talo 80, Talo 90, Talo 2000, Maa 89 ja KM 02. Nimikkeistöjärjestelmän avulla määritetään laskennan yksiselitteisyys ja yhteiset pelisäännöt jokaiselle osapuolelle, sekä varmistetaan, että asioita ei lasketa moneen kertaan. Laskennasta saatavilla tiedoilla voidaan arvioida hankkeen kustannuksia. (Pitko 2010.)

Suositteluvinta on suorittaa määrälaskenta natiivimallista, jolloin mallin tietosisältö on luotettavin. Määrälaskennan teettää useimmiten tilaaja tai urakoitsija. Jos tilaaja on suorittanut tai teettänyt määrälaskennan, tarjouksen antajan täytyy kuitenkin tarkastaa laskenta ja hinnoitella suoritteet. Hankkeen mahdollisten aliorakoitsijoiden määrät voidaan laskea harkinnan mukaan.

Tarjouslaskentavaiheessa määrät lasketaan teoreettisina. Mikäli tästä poiketaan, on se aina ilmoitettava. Jos hukat lasketaan mukaan määriin, täytyy siitä myös aina mainita. Mahdollisten epäselvyyksien varalta on laskennassa käytetyt materiaalit ja muistiinpanot pidettävä tallessa. Määriä voidaan laskea joko perinteisellä tavalla mittaamalla piirustuksista tai ottamalla ne suoraan tietomallista. Tarjouslaskentavaiheen määrälaskenta on vaiheen eniten aikaa vievä prosessi. (Pitko 2010.)

4 Määrälaskenta

Määrälaskennalla selvitetään rakennushankkeeseen tarvittavien rakennusmateriaalien ja työpanosten määrät. Määrälaskenta perustuu nimikkeistöjärjestelmiin, joita ovat talonrakennuksessa mm:

- Talo 2000 Hankenimikkeistö
- Talo 2000 Tuotantonimikkeistö
- Talo 2000 Rakennustuotenimikkeistö
- LVI 2010-nimikkeistö
- S2010-nimikkeistö

Nimikkeistöjärjestelmällä määritetään laskennan yksiselitteisyys sekä varmistetaan, että rakennusosia ja muita komponentteja ei lasketa useaan kertaan. Määrälaskennan avulla on saatavilla arvio hankkeen kustannuksia (Rakennustieto, Nimikkeistöt).

Määrälaskennan suorittaa useimmiten urakoitsijat, joko omana työnään tai ostavat määräluettelot laskentatoimistoilta. Joskus tilaaja tai rakennuttaja antaa tilaamansa määrälaskentatyön tulokset urakoitsijoiden käyttöön, mutta ei välttämättä sitoudu näihin määriin. Kokemuksen perusteella määriin ei ole sitouduttu, sillä määräluetteloissa on usein virheitä, mikä vaikuttaa usein tilaajan kannalta urakkahintaa nostavasti rakentamisvaiheen aikana. Näin ollen urakoitsijoiden täytyy kuitenkin tarkastaa laskenta ja hinnoitella suoritteensa tarjoustaan tehdessään. (YTV 2012. Osa 7.)

Määriä voidaan mitata niin arkkitehdin, rakenne- kuin talotekniikan tietomalleista, sekä näiden yhdistelmämallista. Myös paperikuvista voidaan jossain vaiheessa joutua laskemaan määriä. Mallien tarkkuuden ja luotettavuuden kasvaessa rakennuttajilla, suunnittelijoilla, urakoitsijoilla ja tuoteosatoimittajilla on mahdollista hyödyntää määrälaskentaa aivan uudella tavalla ja uusista näkökulmista. (YTV 2012. Osa 7.)

4.1 Mallipohjaisen määrälaskennan menetelmät ja liittyminen hankkeen ohjaukseen

Mallipohjainen määrälaskenta antaa tehokkuutensa vuoksi mahdollisuuden tehdä laskenta perinteistä useammin ja tutkia enemmän vaihtoehtoja. Suunnittelu- ja rakentamisvaiheen aikaiset määrämuutokset voidaan myös analysoida, havainnollistaa ja raportoida luotettavalla tavalla. Siitä, kuinka usein laskenta suoritetaan ja kuinka paljon vaihtoehtoja tutkitaan, päätetään luonnollisesti hankkeen tarpeiden mukaan. (YTV 2012. Osa 7.)

4.1.1 Määrälaskennan avainkäsitteitä

Nimikkeistöjen käytöstä on sovittava projektikohtaisesti. Rakennus- ja tekniikkaosatyyppit täsmennetään nimikkeistöä käytettäessä julkisella tyyppitunnuksella, hankekohtaisella tyyppitunnuksella tai yrityskohtaisella tyyppitunnuksella, esimerkiksi Talo 2000 hankenimikkeistöä käytettäessä, seuraavasti:

Rakennusosa	Tyyppi	Kuvaus
1232	VS401	Teräsbetoniseinä 180 mm
1241	US409	Betonielementtiseinä, klinkkerilaattapinta 320 mm (YTV 2012. Osa 7.)

4.1.2 Mallitiedon hyödyntämisen päätasot määrälaskennassa

Mallin tietosisältö voidaan määrälaskentamielessä jakaa rakennus- ja tekniikkaosiin, nimikemääriin ja tuote- ja tuoterakennemääriin. Rakennus- ja tekniikkaosia laskettaessa mallista raportoidaan osat suunnittelijan määrittämällä ominaisuuksilla, esimerkiksi rakennetyypeittäin jäsennehtynä. Raportti tuotetaan määräluettelona suunnitteluohjelmistojen perusominaisuuksia käyttäen tai esimerkiksi siirtämällä IFC-tiedostossa oleva tieto Exceliin.

Tuoterakennemääriin perustuvassa laskennassa rakennusosaa kuvaavan nimikkeen takaa löytyy tuoterakenne, joka kuvaa yksilöidysti rakennusosan. Tuoterakennetta käytetään esimerkiksi laskettaessa suorite- tai panospohjainen kustannusarvio. Tuoterakennetta käytetään myös tuotantoaikataulusuunnittelussa tehtävien keston mitoittamiseksi. Tuoterakenteiden perustella voidaan myös muodostaa erilaisia hankintapaketteja. (YTV 2012. Osa 7.)

4.1.3 Laskenta suunnitteluvaiheen aikana

Tunnuslukujen laskenta

Mallista lasketaan perustunnuslukuja kuten rakennuksen bruttoala, tilavuus ja julkisivun pinta-ala. Tunnuslukuja voidaan laskea myös rakennusosakohtaisesti esi-

merkiksi runkorakenne- tai taloteknisistä järjestelmistä. Voidaan arvioida esimerkiksi alustavia runkoelementtimääriä tai vesi- ja viemäripisteiden lukumääriä. Tällöin laskennassa käytetään suunnittelualakohtaisia tietomalleja. (YTV 2012. Osa 7.)

Tilapohjainen laskenta

Mallista lasketaan tilaohjelmaan kuuluvien ja tarpeen mukaan myös tilaohjelmaan kuulumattomien tilojen pinta-alat tilatyypeittäin laajuuslaskelmana (YTV 2012. Osa 7).

Alustava rakennusosalaskenta

Mallista lasketaan määriä mallissa olevien rakennus- ja tekniikkaosien perusteella, esimerkiksi kantavien seinien ja erilaisten välipohjien määrät tai ilmanvaihdon palvelualueiden mukaiset keskusosat kuten tulo- ja poistoilmakoneet. Alustavaan rakennusosalaskentaan tarvitaan vähintään arkkitehtisuunnittelun alustava rakennusosamalli ja taloteknisen suunnittelun mallialueet sekä palvelualuekaaviot. Alustavassa rakennusosamallissa laskija tekee mallissa olevien rakennusosien ja tyyppirakenteiden perusteella oletuksia rakennusosien tarkemmista tyypeistä ja määristä. (YTV 2012. Osa 7.)

Tarkennettu rakennusosalaskenta

Mallista lasketaan rakennusosien määrä mallissa olevien rakennus- ja tekniikkaosien perusteella. Tässä vaiheessa on käytettävissä yleensä arkkitehtisuunnittelun rakennusosamalli, rakennesuunnittelun yleissuunnitteluvaiheen tai hankintoja palveleva rakennemalli ja mahdollisesti talotekniikkasuunnittelun järjestelmämalli (YTV 2012. Osa 7).

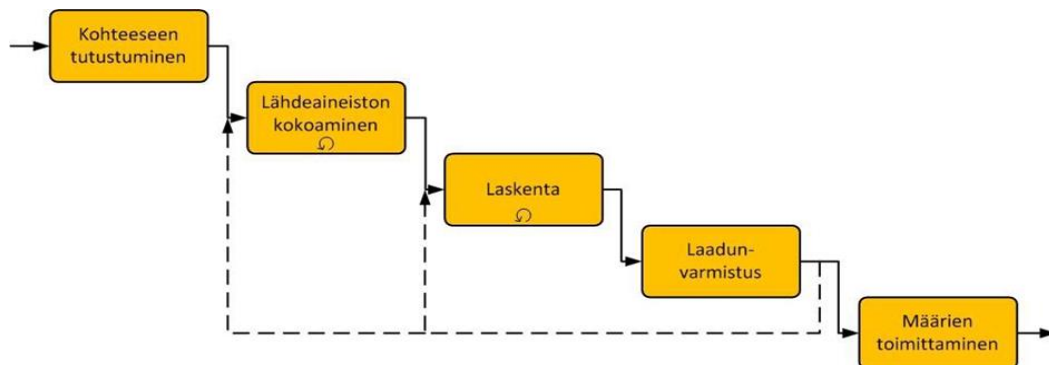
Laskenta tarjous- ja rakentamisvaiheen aikana

Suoritelaskenta perustuu täydellisiin tuoterakenteisiin. Käytettävissä ovat arkkitehtisuunnittelun rakennusosamalli, taloteknisen suunnittelun järjestelmämalli ja rakennesuunnittelun hankintoja palveleva rakennemalli sekä toteutussuunnittelun rakennemalli. Mallista lasketaan hanke tai tuotantonimikkeistön mukaan rakennus- ja taloteknisten osien määrät tuoterakenteineen työsuoritteiden määrittämistä varten (YTV 2012. Osa 7).

Laskennassa sijainneittain, mallista lasketaan määrät käyttäen jotain edellä luetelluista menetelmistä ja määrät jäsennetään sijainneittain. Usein käytettyjä sijainteja ovat osaprojekti, lohko, kerros, tilaryhmä ja tila. Sijainneittain laskettuja määriä käytetään tyypillisesti hankinnoissa ja rakentamisen aikataulun suunnittelussa. (YTV 2012. Osa 7.)

4.2 Määrälaskennan prosessi

Määrälaskenta on tarjousvaiheen eniten aikaa vievä prosessi sen monivaiheisuuden vuoksi. Rakennuksen tietomalleista tehtävän määrälaskennan prosessi eroaa monin osin perinteisestä suunnitteludokumentteihin perustuvasta määrälaskennan prosessista. Mikäli tilaaja tai rakennuttaja on toimittanut määrälaskennan määräluettelot kaikille tarjoajille, niin silloin tarjoukset olisivat paremmin vertailukelpoisia, ainakin määräeroista johtuvista hinnoittelutekijöistä. (YTV 2012. Osa 7). Seuraavassa on esitetty prosessi (Kuva 1), joka luo edellytykset mallipohjaisen määrälaskennan onnistumiselle).



Kuva 1. Määrälaskennan prosessikaavio (YTV2012 osa 7)

4.2.1 Kohteeseen tutustuminen

Varsinainen kohteeseen tutustuminen tehdään kerran ennen ensimmäistä laskentaa. Mallin avulla kohteen laajuus ja muut ominaispiirteet on helpompi sisäistää. Mallin lisäksi on syytä tutustua kohteen muuhun materiaaliin, esimerkiksi rakennusselostukseen, sekä keskustella suunnittelijoiden kanssa (YTV 2012. Osa 7).

4.2.2 Lähdeaineiston kokoaminen

YTV 2012 Osa 7 mukaan ennen jokaista laskentaa on koottava laskennan lähdeaineisto ja varmistuttava siitä, että kaikista aineiston sisältämistä tiedostoista on käytössä oikea versio.

Projektikohtaisesti sovittavia selvitettäviä asioita:

- *On selvitettävä, käytetäänkö laskennassa yhden vai useamman suunnittelualan malleja. Jos käytetään useamman suunnittelualan malleja, pitää selvittää, mitä määriä lasketaan kustakin mallista. Esimerkiksi lasketaanko kantavat rakenteet rakennesuunnittelijan mallista ja ovet sekä ikkunat arkkitehdin mallista.*
- *On selvitettävä, jakautuuko jokin suunnittelualan malli useampaan osamalliin.*
- *On selvitettävä, käytetäänkö laskennassa suunnittelijan alkuperäistä mallia vai siitä tuotettua IFC-mallia.*
- *Mikäli laskennassa käytetään suunnittelijan alkuperäistä mallia, pitää varmistua siitä, että aineistosta löytyvät kaikki tarvittavat kirjasto-osat ja ulkoiset viitteet ja että malli avautuu ongelmitta laskijan ohjelmistoilla.*
- *On selvitettävä mallista laskettavan määrätiedon kattavuus, siis mitkä nimikkeet ovat laskettavissa mallista ja mitkä on laskettava muilla menetelmillä*
- *On selvitettävä, onko koko malli mallinnettu samalle tarkkuustasolle ja lasketaanko määriä koko mallista vai ainoastaan osasta mallia. Malli saattaa sisältää esimerkiksi määrälaskennan ulkopuolelle jääviä rakennus- ja tekniikkaosia, tiloja, varusteita ja kalusteita. Tässä tapauksessa on selvitettävä, voidaanko laskentaan sisällytettävät ja sen ulkopuolelle jäävät tietomallin osat tunnistaa esimerkiksi nimeämissääntöjen, visualisointien ja/tai kuvatasoyhdistelmän avulla. Tietoa mallinnustavasta löytyy mallin tekijän laatimasta tietomalliselostuksesta.*
- *Rakennusselostuksen osalta on selvitettävä, onko se yhtenevä mallissa olevien tietojen kanssa, esimerkiksi onko mallissa ja rakennusselostuksessa käytetty samoja rakennetyyppejä. Rakennusselostukseen pitää viedä kaikki sovitut muutokset, koska ei voida olettaa määräasiantuntijan selvittävän muutoksia esimerkiksi suunnittelukousten pöytäkirjoista.*
- *On selvitettävä pääpiirteissään mallien ja rakennusselostuksen muutokset verrattuna edellisiin laskennassa käytettyihin versioihin.*
(YTV 2012. Osa 7.)

4.2.3 Määrälaskenta ja laskennan suorittaminen

Mallipohjainen laskenta suoritetaan siihen soveltuvalla tietokoneohjelmistolla. Käytetyn ohjelmiston ominaisuudet vaikuttavat ratkaisevasti siihen, miten luottavaa ja tehokasta laskenta on esimerkiksi, kun laskentaan tulee uusi versio mallista tai laskijan tehtävänä on tehdä useita vaihtoehtoisia laskelmia saman mallin pohjalta. (YTV 2012. Osa 7.)

4.2.4 Laadunvarmistus ja määrien toimittaminen

Määrälaskennan suorittamisen jälkeen laskentatulokset analysoidaan kattavuuden, tarkkuuden ja luotettavuuden osalta. Laskentatulosten kattavuuden osalta tarkistetaan, että kaikki määrälaskennassa mukana olevat nimikkeet ovat laskettu. Laskennassa mukana olevat rakennus- ja talotekniset osat visualisoidaan malliin laskennan kattavuuden arvioimiseksi. Visualisointia verrataan esimerkiksi mallin piirustuksiin. (YTV 2012. Osa 7.)

4.3 Rakennusosalaskenta

Rakennusosalaskennassa määräluettelo on eritelty nimensä mukaisesti rakennusosiin. Rakennusosalaskentaa käytetään niin kustannusarvioiden laadinnassa suunnitteluvaiheessa kuin tarjouslaskennassa tai hankinnan vertailulaskelmissa. Rakennusosalaskennassa eri rakennusosien määrät kootaan piirustuksista tai tietomalleista esim. Solibri Office -ohjelmalla. Rakennusosien määrälaskennan tuloksena syntyy rakennusosarakenteiden luettelo eli rakenneluettelo. Määrälaskennassa selvitetään rakennusosien määrien lisäksi myös niiden rakenteet ja vaatimukset. Rakennusosille lasketaan kustannus rakennusosan yksikkökustannuksilla ja koko laskettavan kokonaisuuden kustannukset saadaan rakennusosakohtaisten kustannusten summana. (Ratu, Rakennushankkeen kustannushallinta 2018.)

Myös hinnat tulee olla rakennusosiin sovitettut. Rakennusosat hinnoitellaan rakennusosiin sisältyvien suoritteiden avulla. Rakennusselostuksesta saadaan tiedot rakennusosien tuoterakenteista, sekä vaaditusta laadusta. Laskennassa käy-

tetään Talo 80-, Talo 90- tai Talo 2000 -määrälaskentaohjeita. Laskennasta saadaan luettelo, josta käy ilmi rakennusosa, rakennusosan määrä ja yksikkö (Taulukko 1).

Rakennusosa	Määrä	yksikkö
Antura ANT1	234	jm
Alapohja AP1	55	m ²
Väliseinä VS1	46	m ²
Välipohja VP1	55	m ²

Taulukko 1. Rakennusosamääräluettelon osa (Enkovaara, Esko. 1994)

Rakennusosien hinnoittelussa lasketaan yksikkökustannus, jolla koko rakennusosan määrän hinta lasketaan. Rakennusosa hinnoitellaan siihen kuuluvien työsuoritusten ja materiaalien hintojen perusteella. Yksikkökustannusten hintatieto saadaan yrityksen ylläpitämistä rakennusosien yksikkökustannuksista tai hinnoittelun apuna voidaan käyttää myös tietoja toteutuneista vastaavanlaisista hankkeista. Hinnoittelussa on tärkeää tuntea rakennusosan yksikkökustannusten sisältö. Yksikkökustannusten sisällön tulee olla vastaava kuin hinnoiteltavan rakennusosan sisältö tuotantokustannuksineen. Kustannuslaskentasääntöjen mukaisesti rakennusosat hinnoitellaan päivän hintatasoon. (Enkovaara 1994.)

Kun rakennusosamääräluettelo hinnoitellaan rakennusosien yksikköhinnoilla, saadaan rakennusosalaskelma (Taulukko 2).

4.4 Tuoteosalaskenta

Tuoteosalaskennassa määränimikkeet käsitellään tuoteosittain. Tuoteosalla tarkoitetaan kokonaisuuksia, joissa on useampi kuin yksi rakennusosa. Tuoteosia käytetään määräluetteloissa (Taulukko 3) yhtenä jaotteluperusteena (toimituskokonaisuudet, jotka muodostuvat useammasta rakennusosasta tai suoritteesta, esimerkiksi runkoelementit).

Tuoteosalaskentaa käytetään hinnoiteltaessa rakennusosaa suurempia tuoteosakaupan mukaisia kokonaisuuksia eli määräluettelo sisältää eri karkeustasoisia nimikkeitä (suorite, rakennusosa, tuoteosa). Tuoteosat muodostetaan rakennusosista tai suoritteista, joiden kustannukset lasketaan menekkien ja yksikkökustannusten perusteella.

Tuoteosalaskentaa käytetään esimerkiksi suunnitteluvaiheessa, jossa tuoteosiin perustuvalla kustannuslaskentamallilla määritetään rakennuskustannusten puitehintaa. Kustannuslaskentamalleja voidaan laatia erilaisille suunnitteluratkaisuille ja rakennustyypeille niiden puitehintojen arvioimista varten. Tuoteosan yksikköhinta muodostuu sen sisältämien rakennusosien kustannuksista, joten laskentamallilla on mahdollista ottaa jo puitehinnassa huomioon erilaisten rakennusosatyyppien kustannusvaikutukset. (Ratu, Rakennushankkeen Kustannushallinta.)

Tuoteosa	Rakennusosa	Määrä	Yksikkö	€/yksikkö	Hinta, €	Tilalle kohdistettavat yhteensä, €/m ²
Runkoelementit		1	erä		338 500	1 740
	Ontelolaatat	1 600	m ²	60	96 000	80
	Valiseinäelementit	400	m ²	100	40 000	80
	Ulkoseinäelementit	900	m ²	225	202 500	715

Taulukko 3. Esimerkki tuoteosan sisällöstä: runkoelementit koostuvat runkoon käytetyistä elementtityypeistä, joiden yksikkökustannukset tunnetaan

4.5 Suoritelaskenta

Suoritelaskenta tarkoittaa sellaista laskentaa, jossa kohteen määrät hinnoitellaan panosten ja niiden hintojen perusteella. Panoksella tarkoitetaan kulueriä, jotka yhdessä muodostavat suoritteen. Suorite tarkoittaa rakennusosan ja työläjin yhdistelmää, esim. anturan rauditus. Suoritelaskelmassa määrät eritellään ja hinnoitellaan suoritteina. Suoritelaskentaa voidaan käyttää kohteissa, joista on saatavilla suunnitelmat rakennukseen ja perustuksiin. Suunnitelmien tulee sisältää täydelliset rakennusselitykset liitteineen ja olla vähintään pääpiirustustasoisia. Suoritelaskennalla voidaan laskea esimerkiksi urakkakohteista kustannus-, vaihtoehto- ja muutostyölaskentaa. Suoritelaskentaa laadittaessa suoritteet lajitellaan yksiselitteisiksi ja tarkasti. Ensimmäisenä määrälaskijan on jaettava rakennus rakennusosien pääryhmiin. Rakennusosien yksi ryhmä voi olla esimerkiksi perustukset. Rakennusosat voidaan jakaa alaryhmiin, kuten anturat, pilarit ja perusmuuri. (Enkovaara 1994.)

Suoritelaskentaa havainnollistaa esimerkki (Kuva 2) betonipilarin tuottamiseen vaadittavista suoritteista ja panoksista (Ratu, Rakennushankkeen Kustannushallinta). Suoritteita ja panoksia määriteltäessä voidaan tarkastella esimerkiksi pilarianturaa. Kuvasta 3 voidaan havaita, että perustusrakenteisiin kuuluvan pilarianturan valmistamiseen tarvitaan kolme suoritetta (muotittyyö, rauditus sekä betonointi) ja kolme panosta (materiaalikustannukset, työkustannukset sekä kuljetuskustannukset).

Hankkeet

>

Hanke: Ratu Kustannuskirja rakennusosa

>

Laskelmat

+

Uusi laskelma

📂

Tuo laskelma

📄

Raportti

📖

Telo-koodi

✎

Muokkaa hanketta

📅

Aikataulu

☰

Lisätoiminnot

🔍

Etsi laskelma

Laajuus: 1 kpl

Hankepalvelu %: 15,00

Aluekerroin: 1,35

Vaikeuskerroin: 1,00

Sotakerroin: 1,73

Alv %: 24,00

Koko hanke

€/Laajuus

197 €

Materiaalit

83 €

Hankinnat

0 €

Työt

114 €

Tunnit

2 tth

Yht.(Alv.0%)

197 €

Yht.(Sis. Alv)

244 €

Jno

Telo

Nimi

2009

Määrä

Yksikkö

Materiaalit

Hankinnat

Työt

Tunnit

Yhteensä

Älä laske

Näytä kaikki

1

▼

betonipilari 300x300x3000mm (kpl)

83 €

0 €

114 €

2 tth

197 €

1

1233

>

pilari: muotittyyö (m2)

3,6

m2

13 €

0 €

50 €

1 tth

63 €

2

1233

>

pilari: rauditus (kg)

30

kg

29 €

0 €

16 €

0,3 tth

46 €

3

1233

>

pilari: betonointi (m3)

0,3

m3

40 €

0 €

7 €

0,14 tth

47 €

4

1233

>

pilari: muotittyyö / muottien purku (m2)

3,6

m2

0 €

0 €

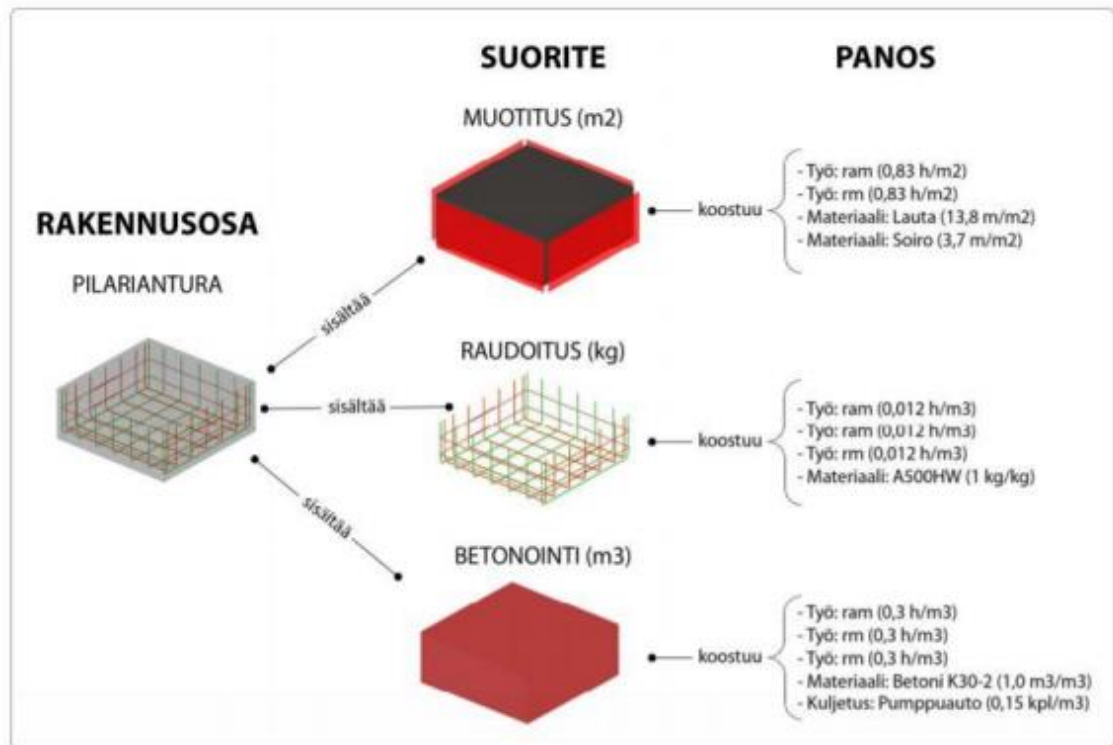
41 €

1 tth

41 €

Kuva 2. Esimerkki RT-kustannuslaskenta-ohjelman rakenteen jakautumisesta rakennusosiksi sekä rakenteen ja rakennusosien kustannusten muodostuminen

materiaali-, hankinta- ja työ kustannuksista (Ratu, Rakennushankkeen kustannushallinta 2018)



Kuva 3. Betonianturan tuottamiseen liittyvät suoritteet ja panokset. (Teittinen, T. Tietomallipohjainen määrä- ja kustannuslaskenta. Erikoistyö. Tampereen teknillinen yliopisto)

Suoritelaskenta käsitteenä tulee Talo 80 -nimikkeistöstä, joka on edelleen tänä päivänä laajalti käytössä rakennusurakoitsijoiden kustannuslaskennassa. Nimikkeistön perusrakenne muodostuu rakentamisosista, suorituksista ja kustannuslajeista.

Talo 80 -nimikkeistö ryhmittelee rakentamisosanimikkeistön (RO) pääryhmät eli niin sanotut litterat seuraavasti:

0. Rakennuttajan kustannukset

1. Maa- ja pohjarakennus

2. Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet
3. Runko ja vesikattorakenteet
4. Täydentävät rakenteet
5. Pintarakenteet
6. Kalusteet, varusteet ja laitteet
7. Konetekniset työt
8. Työmaan käyttökustannukset
9. Työmaan yhteiskustannukset (Lindholm 2009).

Suoritukset (SUO) Talo 80 -nimikkeistö jäsentelee seuraavasti:

1. Muottityö
2. Rauditus- ja betonointityö
3. Metallityö ja peltityö
4. Muuraus, rappaus ja laatoitus
5. Elementtityö
6. Puutyö ja levytyö
7. Lämpö- ja ääneneristys
8. Veden- ja kosteudeneristys
9. Muut työt (Lindholm 2009).

Kustannuslajeja Talo 80 -nimikkeistössä ovat:

- KL1, työkustannus
- KL2, materiaalikustannus
- KL3, alihankintakustannus (Lindholm 2009).

Valmiin suoritelaskelman perusteella urakoitsija pystyy arvioimaan urakkatarjoukselle hinnan, sekä suunnittelemaan urakkaan liittyviä hankintoja. Tämän lisäksi suoritelaskelma palvelee urakoitsijaa työnohjauksen suunnittelussa sekä

kustannusvalvonnassa. Taulukon 3 esimerkistä voidaan havaita, että suoritelas-
kelmasta saadaan tiedot niin materiaalien kuin töidenkin menekeistä hintoineen
(Enkovaara 1994).

Suorite	Määrä	Yksikkö	€/yks	€ yhteensä
Anturan muottityö	7	m ²	35	245
Anturan muottien purku	7	m ²	4	28
Anturan raudoitus	445	kg	1,5	667,5
Anturan betonointi	32	m ³	185	5920

Taulukko 4. Rakennusosalaskelman osa (Enkovaara, Esko. 1994)

4.6 Tietomallipohjainen määrälaskenta

Tietomalli koostuu rakennuksesta, rakennustuotteista sekä niiden ominaisuuksista. Jokainen yksittäinen tieto tallennetaan vain kerran. Tätä tietoa voidaan käyttää suunnittelussa, rakentamisessa ja rakennuksen ylläpidossa. Tämä helpottaa kohteiden suunnittelua ja auttaa saamaan niistä asetukset ja vaatimukset täyttäviä, hyvin toimivia ja helposti rakennettavia. Tietomallit auttavat myös rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana (Enkovaara 1994).

Tietomallissa hankkeen tiedot ovat yhdessä mallissa, mistä ne ovat mahdollista tulostaa dokumentteina halutuilta osin. Tulosteiden sisältö voidaan sovittaa halutun mukaiseksi, milloin turha tieto voidaan karsia pois ja kuvista tulee selkeämpiä ja aina haluttuun käyttötarkoituksen sopivia.

Määrien mittaaminen paperisista piirustuksista on työlästä ja hidasta. Niinpä se nykyään usein korvataan määrien tietokoneavusteisella laskennalla mallista. Rakennuksen tietomallit tehostavat määrälaskentaa huomattavasti, nopeuttavat

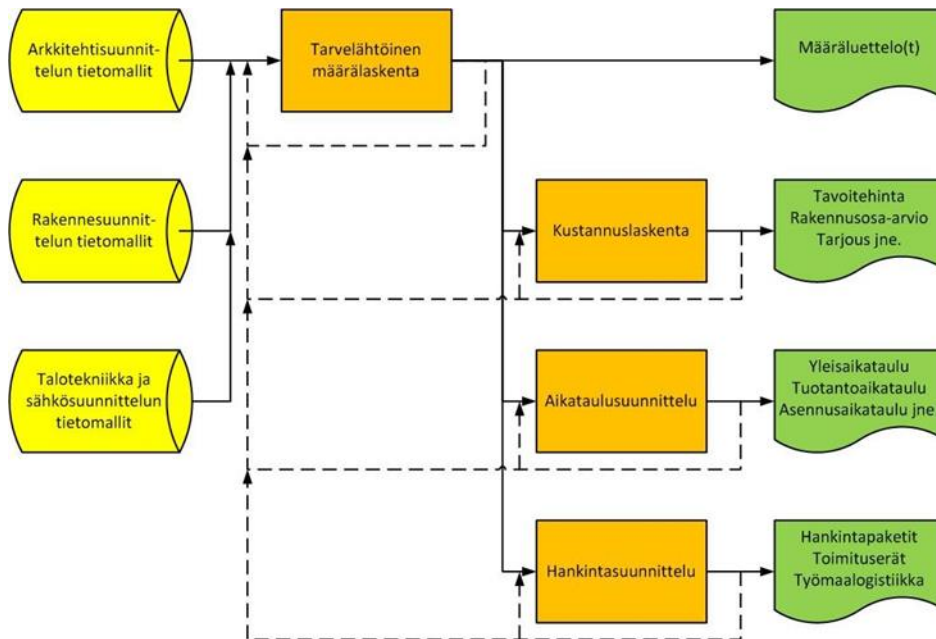
suunnitteluprosessia ja suunnitteluratkaisut ovat usein parempia (YTV 2012. Osa 7).

Tietomallista ei saada selville kaikkea määrälaskennassa tarvittavaa tietoa, eikä mallista saada lasketuksi kaikkia hankkeen määrälaskennan määriäkään. Laskentaohjelmat pystyvät laskemaan pääosan määristä ja rutiineista, mutta ammatitaitoinen määrälaskija tarvitaan silti arvioimaan laskennan luotettavuuden varmistamisessa.

Mallista saadaan eriteltyä rakennus- ja tekniikkaosat, nimikemäärät sekä tuote- ja tuoterakennemäärät. Suunnittelijalta saadaan tarvittaessa tieto, millä tavalla raportit tulisi ajaa, että saadaan haluttuja määräluetteloita esimerkiksi Excel-taulukkoina (Enkovaara 1994).

Tuoterakennemääriin perustuvassa laskennassa tuoterakenne kuvataan tarkasti. Tuoterakennetta käytetään suorite- tai panospohjaisen kustannusarvion laadinnassa sekä myös aikataulusuunnittelussa.

Jos kustannuslaskennassa ja aikataulusuunnittelussa käytettävien panosrakenneiden kaavat olisi tehty niin, että ne korjaisivat määrämittauksen yksinkertaistuksia, olisi tuoterakenteiden laskentasääntöjä kehitettävä mallipohjaiseen laskentaan sopivaksi määrälaskijan omassa toiminnassa (kuva 3) (YTV 2012. Osa 7).



Kuva 4. Tietomallit osana määrälaskentaa ja yleissuunnittelua työmaavaiheen aikana (YTV2012 osa 7)

4.7 Määrälaskennan vaatimukset tietomalleille

Määrälaskennan näkökulmasta mallin tärkein ominaisuus on johdonmukaisuus: kaikki rakennus- ja tekniikkaosat mallinnetaan projektikohtaisten vaatimusten mukaan ja käytetty mallinnustapa dokumentoidaan tietomalliselostukseen (YTV 2012. Osa 7).

Tilanteet, joissa suunnitteluratkaisua ei ole mallinnettu vaatimusten mukaan ja se on mallinnettu vielä eri tavalla saman mallin eri osissa, saa aikaan hankaluuksia määrälaskennankin kannalta.

Mallissa voi kuitenkin olla osia, jotka on mallinnettu eri tarkkuustasolle, esimerkiksi kun rakenneratkaisua "kokeillaan" ensin vain yhdessä rakennuksen siivessä, tai mallissa on ainoastaan tyyppirakenteet mallinnettu yksityiskohtaiselle tasolle muiden rakenteiden sisältäessä ainoastaan rakenteen geometriatiedon. Suunnittelija kirjaa tällaiset tilanteet tietomalliselostukseen, ja määräasiantuntijan on otettava ne huomioon määrien laskennassa (YTV 2012. Osa 7).

Mallintamisen tarkkuustaso määritellään tilauksen yhteydessä ja eri suunnittelu-alojen suunnittelutyön tarkkuus kuvataan mm. YTV 2012 ohjeistuksessa, mikä

onkin usein käytetty ratkaisu. Suunnittelutyössä tuotettavan mallin tarkkuus määrittää mallista saatavan määrien tarkkuustason.

Mallinnuksessa on käytettävä sellaisia suunnittelutyökaluja, minkä avulla pystytään tuottamaan määrälaskennassa tarvittava mittatieto. Rakennusosien suunnittelussa on käytettävä oikeita mallinnustyökaluja. Esimerkiksi seinät on mallinnettava seinätyökalua käyttäen, jotta saadaan oikeat seinämäärät malleista laskettua (Enkovaara 1994).

Tietomallissa olevat tilat, rakennus- ja tekniikkaosat täytyy pystyä erittelemään yksilöidysti. Rakennetyyppi on tärkein tunnistetieto rakennusosissa. Se ei yksin riitä, sillä saman rakennetyypin seiniä voi esiintyä eri korkuisina seininä rakennuksessa, milloin määrätietoon tulisi heittoa. Näin ollen täytyy rakennetyypin määrittäisiin lisätä seinän korkeus, millä saadaan aikaiseksi oikea mittatieto kyseisen seinätyypin neliömääriin.

Tietomallipohjaisesti toteutetussa suunnittelussa on tärkeää, että rakennusosat ja tilat saadaan kuvattua selkeästi ja yhdenmukaisesti rakennushankkeen eri osapuolien käyttöön. Ohjeen mukaisesti tuotetun mallinnusaineiston avulla tilaaja saa käyttöönsä rakennusosien materiaali- ja määrätiedot esimerkiksi urakkatarjouskilpailua varten. (YTV 2012. Osa 7.)

Alla olevassa taulukossa on esitetty yleisiä mallinnusohjeita eri rakennusosille (taulukko 5). Mallinnuksen tarkkuustasot määritetään myös, millä tarkkuudella mallinnustyö suoritetaan. Usein käytössä on YTV 2012 mukainen taulukko, jossa tarkkuustasot on määritetty rakennusosittain hyvinkin tarkasti (taulukko 6). Tämä taulukko on suunnittelusopimuksien liitteenä (YTV2012 Täydentävä liite ARK Tilaajan ohje).

Mallinnettava ra- kennusosa/tila	Mallinnusohje
Kaikkia osia koskevaa	<ul style="list-style-type: none"> Rakennusosat merkitään rakennesuunnittelijan määrittämällä rakennetyyppi-tunnuksilla tai niin, että niiden ensisijainen materiaali tai käyttö voidaan tunnistaa (Esim. VS-betoni, US-muuraus). Merkintä- tavan tulee olla sellainen, että nämä luonnostyypit voidaan jälkepäin helposti korvata oikeilla rakennetyyppitunnuksilla. Rakennusosat nimetään Talo 2000 Rakennusosanimikkeistön mukaan. Revi-tissä Talo 2000- nimikkeistön numerotunnus merkitään "Keynote"-tietokent-tään. Ohjelmissa, joissa on kuvatavat käytettävissä (esim. ArchiCAD), rakennus-osat mallinnetaan Talo 2000 -nimikkeistön mukaisille kuva- tasoille.
Alapohjat, väli-poh- jat ja ylä-pohjat	<ul style="list-style-type: none"> Laatat mallinnetaan oikean paksuisina rakennetyypeinä, jotka sisältävät kaikki ko. rakenteen ali- komponentit. Kaatoja ei pääsääntöisesti mallinneta. Ala- ja välipohjat mallinnetaan yhtenäisenä laattana kantavien seinien alta, märkätilojen läpi, ja ne rajautuvat julkisivujen ja porrashuoneiden sisäpintaan. Yläpohjat rajautuvat ulkoseinien sisäpintaan. Selkeästi toisistaan poikkeavat rakennetyypit, kuten porrashuonelaatat ja asun-tojen laatat, mallinnetaan omina laattoina. Vinokatoissa yläpohjarakenne ja vesikattorakenne mallinnetaan omina rakentei-
Pilarit ja palkit	<ul style="list-style-type: none"> Pilarit mallinnetaan pintarakenteen sisältävillä ulkomitoilla. Pilarit mallinnetaan kerroksittain, pääsääntöisesti lattiapinnasta yläpuolisen hol-vin alapintaan, oikean kokoisina ja oikeaan sijaintiin, ei detaljointia. Seiniin liittyvät pilarit saavat leikata seinää, eli seiniä ei tarvitse katkaista pilarien kohdalla. Palkit mallinnetaan kerroksittain oikean kokoisina ja oikeaan sijaintiin, ei detal-jointia. Tarvittaessa Tyyppi-/ID -kenttään määritetään päämateriaali.
Väliseinät	<ul style="list-style-type: none"> Väliseinät mallinnetaan lattiapinnasta yläpuolisen holvin alapintaan, paitsi por-rashuoneiden ja moni- kerroksisten aulatilojen kantavat seinät, jotka mallinne-taan soveltaen kerroskorkeuden mukaisesti. Pääsääntöisesti seinärakenteet sisältävät kaikki ko. rakenteen alikomponentit. Jos seinän pintarakenteet mallinnetaan erikseen, tulee ne mallintaa oikean pak-suisina ja korkuisina.
Ulkoseinät	<ul style="list-style-type: none"> Ulkoseinät mallinnetaan soveltaen kerroskorkeuden mukaisesti. Ulkoseinärakenne sisältää pääsääntöisesti kaikki ko. rakenteen alikomponentit. Julkisivutehosteet ja muusta julkisivusta poikkeavat rakenteet (esim. väri- ja materiaalikentät) mallinnetaan varsinaisen rakennetyypin pinnalle ohuena sei-nänä. Tunnisteeksi merkitään kyseisen julkisivun "johdannainen", esimerkiksi US1-te-hoste harmaa.
Lasiseinät ja kak-sois-julkisivut	<ul style="list-style-type: none"> Kokonaan ikkunoista ja ovista muodostuvat lasiseinät tai -julkisivut mallinnetaan niin, että ensin mallinnetaan umpinainen seinä (isäntäseinä) ja siihen mallinne-taan ikkunat ja ovet, jotka muodostavat lasiseinän. Jos lasipinnat mallinnetaan verhoseinätyökalulla (Curtain Wall), varmistetaan, että IFC- kirjoitustoiminto tu-kee kyseistä työkalua. Lasiseinät pyritään mallintamaan kerroksittain, mutta tästä voidaan projektikoh-taisesti sopia toisin. Kaksoisjulkisivut, esimerkiksi ulkoseinästä irti oleva säleikkö tai lasitus, mallin-

4.7.1 Arkkitehtimallin laadunvarmistus

Arkkitehtimallin käyttö laskennassa vaatii mallinnuksessa kuria suunnittelijan osalta. Suunnittelutyössä tulee tehdä jatkuvaa yhteistyötä suunnittelutoimistojen välillä, jotta tuotettavat mallit olisivat mahdollisimman virheettömiä. Mallien hyödyntäminen vaatii tiettyjä laadunvarmistuksen toimenpiteitä, minkä tarkoituksena on tuoda esille mahdolliset suunnitteluvirheet.

Laadunvarmistusprosessissa ensimmäinen vaihe on tunnistaa virheet manuaalisesti. Silloin hankkeen visualisoinnissa on mahdollista tunnistaa esimerkiksi ylimääräiset kerrokset, väärät tai puuttuvat rakennusosat sekä muita seikkoja, mitkä on suunnittelijalta jäänyt huomioimatta. Mallin manuaalisen tarkastelun jälkeen suoritetaan tietomallipohjainen törmäystarkastelu, joka suoritetaan esimerkiksi Solibri Office -ohjelmalla.

Tuotettu arkkitehtimalli tallennetaan aluksi IFC-muotoon, minkä jälkeen se avataan Solibri Office -ohjelmistolla. Solibri Office -ohjelmaa voidaan käyttää mallin yleisen tarkastelun, rakenteiden törmäystarkastelujen ja määrälaskennassa mallin laadun varmistamiseen. Ohjelmistojen ominaisuudet vaikuttavat suuresti määrälaskennan laatuun. Ohjelmistossa on sisäänrakennettuja parametriset säännöstyökaluja, joiden avulla ohjelmalla voidaan laskea sekä visualisoida päällekkäisyyksiä rakennusosien kanssa, törmäyskohtia eri tietomallien välillä, puuttuvia elementtejä, rakennusosien määriä ja sijainteja sekä monia muita laadunvarmistukseen liittyviä vaatimuksia (Tietomalli korjausrakentamisessa, Senaattikiinteistöt).

4.7.2 Laskenta usean suunnittelualan malleista

Eri suunnitteluohjelmistoissa olevat mallinnustyökalut voivat aiheuttaa haasteita määrälaskentaan. Mallinnustyökalut ovat ensisijaisesti suunniteltu suunnittelijoiden käyttöön ja heidän työtään nopeuttamaan sekä helpottamaan. Tällöin kuitenkin saattaa olla niin, että määrälaskentaa ajatellen rakennusosat eivät sisällä tarpeellista mittatietoa, vaan laskija joutuu selvittämään ja laskemaan ne muilla tavoin. Eri suunnittelualojen malleissa on myös usein päällekkäisyyksiä. Esimerkiksi arkkitehdin mallista voi löytyä samoja kantavia rakenteita, mitä rakenne-suunnittelija on esittänyt omassa mallissaan. Usein ongelmia aiheuttaa erilaiset

objektit ja parametriset malliosat. Näillä mallinnusosilla voidaan mallintaa isoja kokonaisuuksia, jotka voivat tuottaa määrälaskentaan useita nimikkeitä. Kyseiset osat ovat määrälaskentaa varten käytävä erikseen läpi, jotta oleellinen määrä-tieto saadaan tuotettua oikein. Arkkitehti usein myös esittää omassa mallissaan taloteknisten järjestelmien laitteita, kuten valaisimia, pesukoneita, lavuaareja jne, missä vaarana, että samat asiat laskettaisiin useaan kertaan laskennan aikana. Usean suunnittelualan malleja käytettäessä määrälaskennan lähtötietona on, että päällekkäisyydet tiedostetaan ja sovitaan, mistä mallista mitkäkin määrät lasketaan. Usein rakennesuunnittelijan ja talotekniikan suunnittelijan malleissa on tarkempaa tietoa järjestelmäosista ja päätelaitteista kuin arkkitehdin esittämässä mallissa, missä kyseiset laitteet ja osat ovat esitetyt vain lähinnä tilavarauksina (Tietomalli korjausrakentamisessa, Senaattikiinteistöt).

Määrälaskentaa voidaan suorittaa, joko suunnitteluohjelmiston alkuperäisestä tiedostomuodosta (=natiivimallista), tai avoimessa tiedonsiirrossa käytetystä ifc-tiedostomuodossa olevasta mallista. Tietomallinnuksessa yleiseksi formaatiksi on noussut IFC, joka sisältää tietoja rakennusosien geometriasta ja niiden ominaisuuksista. IFC-määrytykset eivät ole vielä täydellisiä, eikä formaatti tule sisältämään kaikkea natiivimallin tietoa. Tehtäessä määrälaskenta ifc-mallista, on määrälaskijan varmistuttava siitä, että rakennus- ja tekniikkaosat ovat mallissa oikein. Määrä- ja mittatiedon siirtyminen ohjelmistojen välillä saattaa aiheuttaa myös ongelmia. Jotta tietomallin sisältämä kaikki tieto olisi käytettävissä, olisi ideaalinen muoto integroitu tietomallipalvelin, tietokanta, joka sisältäisi natiivimuodossa kaiken tietomalliin liittyvän tiedon (YTV 2012, osa 7).

4.7.3 Pintojen laskeminen

Arkkitehtisuunnittelun ohjelmistoissa on usein puutteelliset työkalut tilojen pintojen mallintamiseen. Pintoja ei useinkaan mallinneta, vaan ne lasketaan tilaobjektien pinnoista. Suunnittelutyön alussa tämä tuottaa riittävän tarkkuuden, mutta suunnittelun edetessä eri pintamateriaalein esitetyt pinnat tuottavat ongelmia. Suunnitteluohjelmistojen välillä on myös eroja, miten ne tunnistavat tilaa rajaavia rakennusosia. Kaksi tilaa liittyessään suoraan toisiinsa (ei väliseinää), niin jotkin suunnitteluohjelmistot tuottavat tilapintoja myös tällaisten tilojen välille. Lattiapintojen laskenta voi myös olla ongelmallista, mikäli suunnitteluohjelmisto tarjoaa

tilaan huonetilaohjelman mukaista pinta-alaa eikä tilan todellista pinta-alaa (YTV 2012, osa 7).

5 Suunnittelun ja määrälaskennan ohjelmistoja

Määrätietoa saadaan suoraan mallinnusohjelmista tai siirtämällä malli mallintarkastusohjelmaan. Tarkkaan määrälaskentatulokseen päästäkseen, täytyy kaikki mallit olla käytössä ja tarkastella niiden keskinäistä yhteneväisyyttä. Usein täytyy tyytyä käyttämään vain arkkitehtimallia laskentaa suoritettaessa. Normaalisti kerrostalon määrät saadaan laskettua kuitenkin riittävän tarkasti, kun mallissa on käytetty sovittuja rakennetyyppejä sekä määrälaskija on kokenut laskentatyössä.

5.1 ArchiCad

ArchiCad-tietomallinnusohjelmiston on kehittänyt unkarilainen Graphisoft-yritys. Archicadin kehitys alkoi vuonna 1982. Archicad 1.0 julkistettiin ensimmäisenä 3D-CAD-ohjelmistona Apple Macintoshille vuonna 1984. 2000-luvun puolivälissä Archicadin käyttäjämäärä maailmanlaajuisesti saavutti 125.000 käyttäjää (ArchiCAD helpcenter). Käyttöliittymältään Archicad rakentuu ikkunoista ja apuikkunoista, mitä käyttäjä tarvittaessa voi siirrellä ja muokkailla haluamallaan tavalla.

ArchiCadissa objektit ovat parametrisia, mikä tarkoittaa säädettävyyttä. Samalla perusgeometrialla voi tuottaa suuren joukon erilaisia objekteja mittoja ja ominaisuuksia muuttamalla. Kaikilla objekteilla on parametrit: pituus, leveys, korkeus sekä korkeusasema. Lisäparametrit ovat sitten objektiikohtaisia. Objekteilla voi olla paljon säätöjä ja taas toisilla vähemmän. Koska kyseisellä ohjelmalla suunnittelu, eli piirtäminen tehdään mallintamalla, niin tietokantaan tallentuu määrätietojen lisäksi myös tietoa sijainneista. Jos mallintaminen on tehty tarkasti, niin saadaan edellä mainituista tiedoista tarkat listaukset. (Buildingsmart, Archicad.)

Pinta-alojen ja määrien sekä tilavuuksien käyttö voidaan viedä pidemmälle, liittämällä elementteihin määrätietueita. Määrätietueet sisältävät nimikkeitä ja kuvauksia. Nimikkeet ovat laskettavia asioita, kuten pinta-alaan liittyvä tarvikemenekki tai hinta. Kuvauksilla voidaan lisätä rakentamiseen tarvittavaa ja liittyvää tietoa,

kuten esimerkiksi ohjeita. Luettelot on mahdollista tallentaa tekstitiedostona, milloin niiden siirtäminen esimerkiksi Excel-ohjelmaan on helppoa. Määräluetteloon viedään yleensä kunkin mallinnusohjelman antama määrä- ja sijaintitieto, mistä voidaan tarvittaessa tuottaa lisämääriä sekä generoida hinnoiteltavia suoritteita.

ArchiCAD tukee erilaisia tiedostomuotoja ja pyrkii tukemaan yhteistyötä muita CAD-ohjelmia käyttäviä konsultteja. Avoimet standardit, kuten esimerkiksi IFC, tukevat alan yleistä kehitystä ja kilpailua. Nykyään BuildingSMART-nimellä tunnetulla järjestöllä on ympäri maailman jo yli 600 jäsentä. (Buildingsmart, Archicad.)

IFC-tiedostomuodosta seuraava versio tulee todennäköisesti olemaan nimeltään numero 4, joka otetaan käyttöön parin seuraavan vuoden aikana. Vanhemman IFC 2X2 -laajennuksen voi asentaa käsin (Graphisoft, Support).

5.2 Autodesk Revit Architecture

Autodesk Revit Architecture, mistä käytetään yleensä vain pelkkää Revit-termiä, on Autodesk ohjelmistokehittäjän tietomallinnusohjelmisto. Ensimmäinen versio siitä ilmestyi vuonna 2000. Revit on käyttöominaisuuksiltaan hyvin samanlainen kuin Archicad. Ohjelmistoa käyttävät lähinnä arkkitehdit, maisema-arkkitehdit, rakennusinsinöörit, sähkö- ja LVI-insinöörit sekä se toimii myös urakoitsijoiden tietomallinnusohjelmistona.

Ohjelmiston on alun perin kehittänyt vuonna 1997 perustettu Charles River Software. Nimi vaihtui Revit Technology Corporation vuonna 2000. Autodesk osti sen vuonna 2002. Ohjelmiston avulla suunnittelijat voivat suunnitella rakennuksia ja rakenteita ja niiden komponentteja 3D-muodossa. Revit on 4D-mallintamiseen yhteensopiva työkaluilla, millä pystyy suunnittelemaan ja seuraamaan rakennuksen elinkaaren eri vaiheita, aina suunnittelusta rakentamiseen ja myöhemmin ylläpitoon ja / tai purkutyöhön. (Autodesk, Autodesk Revit Architecture.)

5.3 Tocoman kustannustieto

Tocoman Kustannustiedosta voi tuoda helposti ajantasaisen tiedon niin uudis- kuin korjausrakentamisenkin tavanomaisista kustannuksista hankesuunnittelun ja tarjouslaskennan tueksi. Ohjelman älykäs tuoterakenne tekee mahdolliseksi

parametroitujen tietomallien rakentamisen. Älykäs tuoterakenne pitää sisällään 2500 rakennusosaa, 3000 suoritetta ja niiden 3000 panosrakennetta sekä lisäksi kohdistukset hankintanimikkeille, aikataulutehtäville ja tavoitebudjettiin. Tuoterakenteilla, työ- ja materiaalimenekeillä laskettu kustannus kertoo suoraan, kuinka paljon tehtävään on varattu rahaa, aikaa ja materiaaleja. Laskijalla on käytössään valmis rakennekirjasto heti ohjelman lataamisesta lähtien, näin ollen laskentaa ei tarvitse aloittaa tyhjältä pöydältä. Näiden ominaisuuksien avulla voi automatisoida ja nopeuttaa laskentaprosessia. (Tocoman, Kustannustieto.)

5.4 Simplebim

Simplebim-ohjelmassa tietoa käsitellään käyttäjän ymmärtämällä nimillä. Seinä on seinä ja rakennetyyppi on rakennetyyppi, eikä 'IfcWallStandardCase.Pset_Wall-Common.Reference', niin kuin se IFC:ssä ilmaistaan. ArchiCAD-käyttäjä törmää yhä useammin IFC-tiedonsiirtoon. Se on tavalla tai toisella otettava hallintaan. Pahimmillaan IFC voi olla monimutkainen, epämääräinen ja epäluotettava resurssisyöppö. Täydentämällä IFC-työkalupakkia simplebim-ohjelmalla, pysyy IFC-työnkulku hallinnassa. Simplebimillä voi tuottaa luotettavia ja toimivia IFC-tiedostoja ilman, että IFC:n monimutkaista rakennetta tarvitsee lainkaan tuntea. Simplebimin avulla voi ensin esikatsella muilta osapuolilta saadut IFC-tiedostot ja tarkistaa, onko vaadittu tieto ylipäänsä saatavilla. Lisäksi Simplebim kertoo, onko tämä tieto oikeassa tietorakenteessa ja onko se luotettavaa. Aivan kuten omien IFC-tiedostojesi julkaisun yhteydessä voit tarvittaessa karsia ja muokata mallia käyttötarkoitukseesi sopivammaksi ja lukea sen vasta sitten muihin suunnitteluohjelmiin. (MAD, Simplebim.)

5.5 Tocoman BIM3

Tocoman BIM3 -ohjelmistoilla voi toteuttaa integroidun 5D BIM -ratkaisun vähitellen, moduuli kerrallaan. Tocoman BIM3 helpottaa viestintää, vähentää virhemahdollisuuksia ja suunnittelijan koko ajan tasalla siitä, mitä työmaalla tapahtuu ja kuinka projekti etenee. Tocoman BIM3 ohjelmistoon on kolme moduulia. Moduulit ovat:

- BIM3 Manager,
 - On tarkoitettu ICF-mallien tarkastamiseen ja muokkaamiseen laskentaan ja tuotantoon soveltuviksi. Managerilla voi mm. jakaa mallin lohkoihin, lisätä ominaisuustietoja objekteihin, sekä yhdistellä malleja ja suorittaa niille törmäystarkasteluja. Tarkastuksen automatisointi ja tarkastussääntöjen käyttö nopeuttavat mallin muokkausta ja tarkastusta. Malleja voidaan tarkastaa yhtä aikaa, ja niistä voidaan kerätä tietoa eri käyttötarkoituksiin.
- BIM3 Laskenta
 - Automatisoi ja visualisoi koko määrätieto- ja kustannusarvioprosessin. Mahdollistaa myös määramittauksen piirtämällä puuttuvat osat malliin, sekä sisältää leikkaustoiminnon mallien analysointiin
- BIM3 Tuotanto
 - Lähinnä työnjohdon ja aliurakoitsijoiden käyttöön. Voidaan visualisoida aikataulutieto, näyttää aliurakoitsijoiden työt ja niiden sijainnit. Aliurakoitsija voi saada yksinkertaisella käyttöliittymällä 3D-näkymään esimerkiksi tulevan viikon omat työt esim. ensi viikon betonointityöt

Tocoman BIM3:ssa tietoa pystyy käsittelemään ja jakamaan niin, että sitä voidaan hyödyntää rakennushankkeen kaikissa toiminnoissa ja vaiheissa. Koko rakentamisprosessiin on lisätty visuaalisuus. Esimerkiksi aikatauluja, kustannuksia ja hankintoja sekä niiden riskejä pystytään arvioimaan entistä tarkemmin. Prosessin hallinta läpi rakennuksen koko elinkaaren tehostuu. BIM3 mahdollistaa entistä tehokkaammin 5D BIM -periaatteiden soveltamisen koko rakennusprosessiin. (Tocoman, BIM3.)

5.6 Vico Office

Vico Office on 5D-suunnitteluohjelma, missä pystytään julkaisemaan arkkitehtimalli ja saamaan määrien lisäksi myös aikataulut. 5D-suunnittelussa määrätieto

(Taulukko 7) on neljäs ja aikataulu mallin viides ulottuvuus. Vico Office-ohjelmistossa ovat samat ominaisuudet kuin esim. Easy BIM -sovelluksessa. Määrät pysytään julkaisemaan eri kriteerein, kuten lohkoittain, kerroksittain tai muulla haluamallaan tavalla. Tämä ominaisuus on suosittu työmaalla, sillä usein työmaata kiinnostaa kokonaismäärän sijaan sijaintimääritetyt määrät aikataulutuksen ja hankintojen takia. (Terävä, M 2012.)

Tavoitemääräluettelo

Tehtävätyyppi:

Aikataulu

Suoritenäkymä

Panosnäkömä

Panoslaji

1

Hierarkia	Hyvä	Koodi	Nimi	Määrä	Yksikkö	PL	€/yks.	€	Sosiaaliki	Menek	Tunnit	Resurssit
+1	<input type="checkbox"/>	1100	RAIVAUS JA PURKU	5885	M2	1	0.08	441	0	0.005	29	RakennusAmmatti
+2	<input type="checkbox"/>	1200	MAANKAIVU	10011	M2	1	0.35	3 459	0	0.0691	231	RakennusAmmatti
+3	<input type="checkbox"/>	2000	PAALUTUS	4949	JM	1	1.75	8 685	0	0.117	579	RakennusAmmatti
+4	<input type="checkbox"/>	1500	KAIVOT JA SALAOJAT	1425	JM	1	3.33	4 742	0	0.2216	316	RakennusAmmatti
+5	<input type="checkbox"/>	2100	ANTURAT JA PERUSMUURI	225	M3	1	60.67	13 651	0	4.0447	910	RakennusAmmatti
+6	<input type="checkbox"/>	1600	TÄYTTÖ	6029	M3	1	0.61	3 678	0	0.122	245	RakennusAmmatti
+7	<input type="checkbox"/>	2300	ALAPOHJAT	1211	M2	1	1.28	1 545	0	0.0851	103	RakennusAmmatti
+8	<input type="checkbox"/>	2500	VÄESTÖNSUOJA	697.3	M2	1	6.40	4 466	0	0.427	298	RakennusAmmatti
+9	<input type="checkbox"/>	3800	RUNKOTYÖT	5421	M2	1	2.31	12 495	0	0.2046	833	RakennusAmmatti
+10	<input type="checkbox"/>	3400	KKUNAT	8785	JM	1	1.73	15 221	0	0.1156	1015	RakennusAmmatti
+11	<input type="checkbox"/>	5100	VESIKATE	4543	M2	1	2.31	10 496	0	0.154	700	RakennusAmmatti
+12	<input type="checkbox"/>	6100	YLÄPOHJAN LÄMMÖNERISTYS	2450	M2	1	0.43	1 066	0	0.029	71	RakennusAmmatti
+13	<input type="checkbox"/>	2400	PINTABETONILATTIAT	3396	M2	1	3.90	13 260	0	0.2603	884	RakennusAmmatti
+14	<input type="checkbox"/>	5647	TASOITETYÖT	15761	M2	1	0.78	12 302	0	0.052	820	RakennusAmmatti
+15	<input type="checkbox"/>	4500	KEVYET VÄLISENÄT	2909	M2	1	6.30	18 332	0	0.4201	1222	RakennusAmmatti
+16	<input type="checkbox"/>	5600	LATTIAPINNAT	5534	M2	1	2.73	15 127	0	0.1822	1008	RakennusAmmatti
+17	<input type="checkbox"/>	5200	SISÄMAALAUS JA PINTAKÄSITTELY	16736	M2	1	0.61	10 213	0	0.0407	681	RakennusAmmatti
+18	<input type="checkbox"/>	5300	ALAKATOT	1280	M2	1	12.05	15 421	0	0.8032	1028	RakennusAmmatti
+19	<input type="checkbox"/>	6200	KALUSTEET	780	KPL	1	24.29	18 944	0	1.6192	1263	RakennusAmmatti
+20	<input type="checkbox"/>	5700	LAATOITUSTYÖ	2133	M2	1	8.01	17 091	0	0.5342	1139	RakennusAmmatti
+21	<input type="checkbox"/>	5650	LISTOITUSTYÖ	7251	JM	1	0.82	5 971	0	0.0546	398	RakennusAmmatti
Vapaat määrät												
1	<input type="checkbox"/>	00	POHJARAKENTEET	0	M2		0	0	0			[
2	<input type="checkbox"/>	01	Puusto ja kasvillisuus	0	M2		0	0	0			[
3	<input type="checkbox"/>	020	Alueen pintakerrokset	0	M2		0	0	0			[
4	<input type="checkbox"/>	030	Kaivot	0	M2		0	0	0			[
5	<input type="checkbox"/>	040	Viherrakenteet	0	M2		0	0	0			[
6	<input type="checkbox"/>	041	NURMIKKO NORMAALI MULTA MU	1864	M2	1	1.53	2 852	0	0.102	190	[
7	<input type="checkbox"/>	042	NURMIKVEN MULTAUS	622	M2	1	1.51	942	0	0.101	63	[
8	<input type="checkbox"/>	043	PUUN ISTUTUS NORMAALI	59	KPL	1	2.96	174	0	0.197	12	[
9	<input type="checkbox"/>	044	ISTUTETTAVAT PENSAAT NORMAALI	1786	KPL	1	3.04	5 438	0	0.203	363	[
10	<input type="checkbox"/>	045	PERENNAT, SIPULKASVIT	375	KPL	1	1.94	726	0	0.129	48	[
11	<input type="checkbox"/>	050	Liikennealueiden päällystys	0	M2		0	0	0			[
12	<input type="checkbox"/>	051	ASFALTTIBETONI MURSKESORALLA	526	M2	1	1.83	963	0	0.122	64	[
13	<input type="checkbox"/>	052	KIVITUHKA D=50MM	1195	M2	1	0.30	359	0	0.02	24	[
14	<input type="checkbox"/>	053	NURMIKVI	622	M2	1	4.18	2 603	0	0.279	174	[
15	<input type="checkbox"/>	054	BETONILAATOITUS	258	M2	1	4.51	1 165	0	0.301	78	[
16	<input type="checkbox"/>	060	Aluevarusteet	0	M2		0	0	0			[
17	<input type="checkbox"/>	061	LIPPUTANKO MAAPERUSTUS	1	KPL	1	116.51	117	0	7.767	8	[
18	<input type="checkbox"/>	062	TOMUTUSTELINE	3	KPL	1	145.63	437	0	9.709	29	[
19	<input type="checkbox"/>	063	KEINU 3-ISTUTTAVA	1	KPL	1	43.70	44	0	2.913	3	[
20	<input type="checkbox"/>	064	LIUKUMÄKI LEHTOVUORI	1	KPL	1	72.81	73	0	4.854	5	[
21	<input type="checkbox"/>	065	HIEKKALAATIKKO 3000*3000	1	KPL	1	87.38	87	0	5.825	6	[
22	<input type="checkbox"/>	066	PENKKI LEHTOVUORI 383	2	KPL	1	14.57	29	0	0.971	2	[
23	<input type="checkbox"/>	067	PÖYTÄ LEHTOVUORI 382	1	KPL	1	14.57	15	0	0.971	1	[
24	<input type="checkbox"/>	068	POLKUPYÖRÄ-TELINE IRRALLIN	3	KPL	1	9.71	29	0	0.647	2	[
25	<input type="checkbox"/>	069	VALAISINPVLVÄS PERUST	14	KPL	1	15	210	0	1	14	[
26	<input type="checkbox"/>	0691	LÄMMITYSPVLVÄS PERUST	26	KPL	1	31.92	830	0	2.126	55	[

Aikatauluin sidotut tunnit = 13774 (58.5%) Vapaat tunnit = 9777 (41.5%) Tunnit yhteensä = 23551

Määräluettelon metodikustannukset = € 206 610 (58.5%) Vapaat kustannukset = € 146 648 (41.5%) Kustannukset yhteensä = € 353 258

Tee aikataulu tehtävä

Muokkaa määrä

Muokkaa panoksia

Tee hankintatehtävät

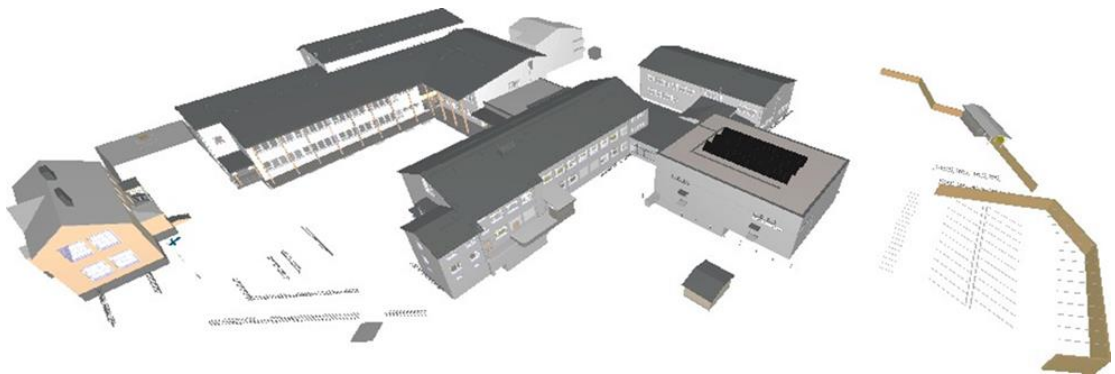
Etsi

Siirä summatehtävään

Taulukko 7 Määräluettelo (Terävä, Matti 2012)

6 Erään koulurakennuksen määrälaskennassa tehtyjä havain- toja tietomalleihin liittyen

Laskennassa käytetty eri suunnittelualojen IFC-tietomalleja sekä TMK-yhdistelmämallia. Laskennassa tietomalleista saatavaa määrätietoa pyritään hyödyntämään niiltä osin kuin se on käyttökelpoista ja tarkoituksenmukaista. Tietomallien visuaalinen tarkastelukin auttaa jo usein hahmottamaan laskennan kannalta epäselviä tai ongelmallisia kohtia. Korjaus- tai laajennushanke (Kuva 5) on yleensä tietomallinnuksenkin kannalta vaativampi kuin ns. normaali uudiskohde. Tässä kerrotaan muutamia huomioita kohteen tietomalleista ja tietomalleista määrälaskennan näkökulmasta yleensäkin (FMC-laskentapalvelut prosessiohje).



Kuva 5. Kuva koulun tietomallista (FMC-laskentapalvelut prosessiohje)

- Mallintamisessa on käytetty sellaista työkalua, josta voidaan johtaa tarvittava määrätieto (esim. seinä mallinnetaan seinätyökalulla, laatta laatta-työkalulla jne.)
- Mallin rakennusosien geometrian tulee olla oikein (korkeus, leveys, aukotus jne.) (Kuva 6)
- Rakennusosalla on nimi/tyyppi (esim. US2, YP3, VS4 jne.) ja se on lisäksi ristiriidaton ja oikein.

- Korjaus- ja laajennuskohteissa lisäksi vanhat säilyvät, purettavat ja uudet rakennusosat tulee pystyä erottelamaan toisistaan.

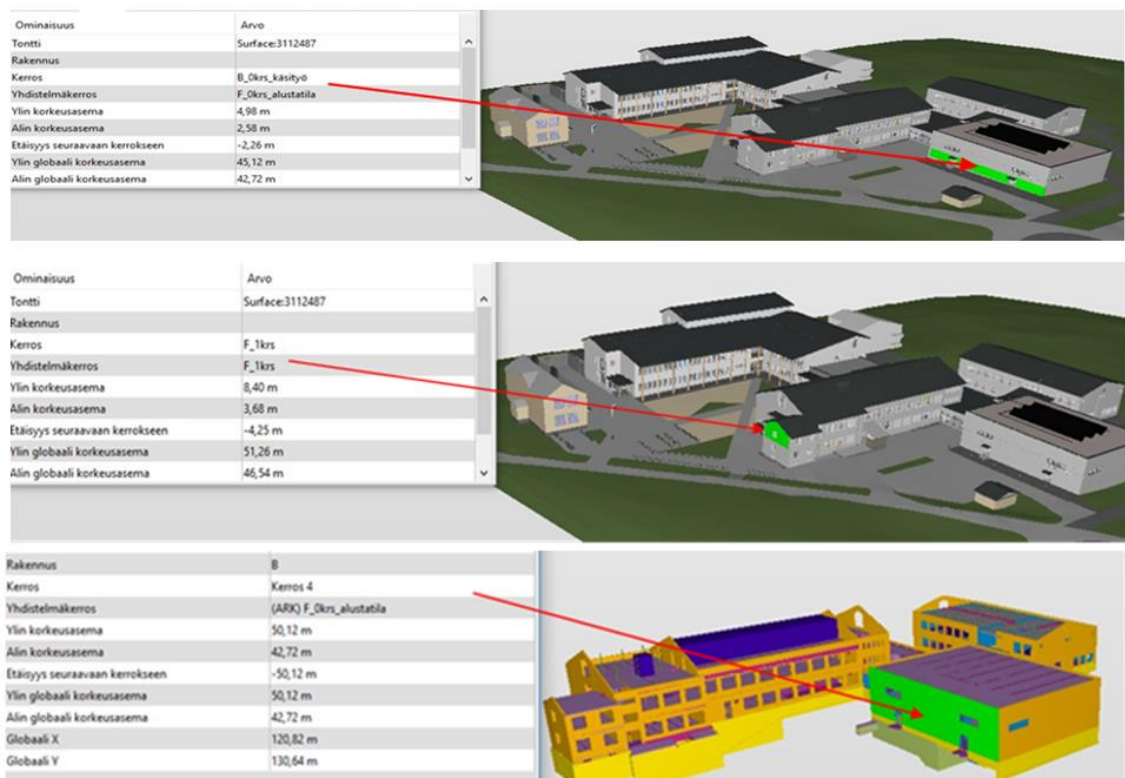
Yllä olevat kohdat huomioiden koulun tietomallit olivat huolellisesti tehtyjä ja niitä pystyttiin hyödyntämään laskennassa – pääosin seuraavasti:

ARK-tietomalli

- Ulkoseinä ja yläpohjarakenteita
- Ikkunat, ulkolasiseinät ja ovet laskettiin käytännössä luetteloista ja kaavioista. Mallista kuitenkin hyötyä visuaalisessa tarkastelussa.
- Kevyet väliseinät. Sisälasiseinät kaavioiden mukaan, mallista kuitenkin hyötyä visuaalisessa tarkastelussa.
- Alakatot, tilaobjekteja hyödynnettiin lisäksi esim. lattiapintojen laskennassa.
- Kalusteissa visuaalista tarkastelua

RAK IFC-tietomallista ja TMK-tietomallista saatiin

- Ontelolaatat
- Pilari- ja palkkielementtejä
- Kantavia seiniä. (FMC-laskentapalvelut prosessiohje.)



Kuva 6. Kuva koulun tietomallista, rakennusosat (FMC-laskentapalvelut prosessiohje)

ARK/RAK-Tietomallin rakennus/krss sijainnit olivat ristiriitaiset ja sekavat (Kuva 5). Tässä laskennassa siitä ei ollut merkittävästi haittaa. (Laajennus/Vanha osa), mutta tarkemmassa sijaintierittelyssä se olisi ollut ongelmallinen.

Joitain ohjelmakohtaisia eroja mallintamisessa ja niiden sisällössä saattaa esiintyä riippuen käytetystä ohjelmasta (yleensä ArchiCAD, Revit ja Trimble/Tekla) sekä määrien tarkasteluun käytetystä ohjelmasta (Solibri, Tocoman BIM tai natiiviohjelma), mutta erot eivät yleensä ole merkittäviä. Huolellinen tallentaminen (IFC) on tärkeää, jotta kaikki mahdollinen tieto siirtyy ja esim. seinärakenteet eivät muutu objekteiksi.

Suunnittelijan kannalta rakennusosan käytännöllisin mallinnustapa ei ymmärrettävistä syistä aina ole määrä- ja kustannuslaskijan kannalta paras mahdollinen, tärkeintä on kuitenkin huolellisuus ja että perusasiat olisivat kunnossa (FMC-laskentapalvelut prosessiohje).

7 Tietomallintamiseen liittyviä yleisiä ohjeita (määrä- ja kustannuslaskenta)

Laskentatoimiston omassa käytännön työssään tekemiä havaintoja, mitä tulee noudattaa:

- Rakennus tulee aina sijoittaa lähelle koordinaatiston origoa. (huom. ei käyttöorigoa)
- Mallintamiseen tulisi käyttää sellaista työkalua, josta saadaan tarvittava määrätieto esim. seinä seinätyökalulla, laatta laattatyökalulla jne. (Objektit ja portaavat ovat usein ongelmallisia koska näistä harvoin saada tarvittavaa määrätietoa, mutta ovat yleensä suunnittelijan kannalta ainut käytännöllinen vaihtoehto).
- Rakennusosien tulisi olla mallinnettu kokonaisuudessaan noudattaen johdonmukaista mallinnustapaa ja niiden geometrian tulisi olla oikein (korkeus, paksuus, aukot). Kaikki rakennusosat mallinnetaan lähtökohtaisesti kerroksittain, ellei muuta ole sovittu (esim. monikerrospilarit, usean kerroksen korkuiset ulkolasisseinät ym.). Kerroksia ovat vähintään: perustukset, peruskerrokset ja kattokerros (vesikatto).
- Rakennusosien tunnus (AP1, VS1, YP3 jne.) ryhmittelyä varten tulisi käydä ilmi yhdestä tunnistekentästä (esim. Leikkaustäyte, ID, Name, Type). Tunnisteen tulisi olla myös riittävän kuvaava ja ristiriidaton niin, että sen perusteella rakennusosa voidaan tunnistaa luotettavasti.
- Tietomallissa ei saisi olla epämääräisiä tai tunnistettomia rakennetyyppejä "tyhjä", "luonnos", "katto", "laatta" tms.
- Rakennetyyppien tulisi olla johdonmukaisia ja ristiriidattomia (myös muiden dokumenttien ja muiden suunnittelijoiden tietomallien kanssa). Mikäli sama rakennusosa on ARK mallissa esim. VS3 ja rakennusselostus antaa ymmärtää, että kyseessä on VS5 -voi laskijan olla työlästä selvittää oikea rakennetyyppi.

- Korjauskohteissa vanhat säilyvät, purettavat ja uudet rakennusosat tulisi pystyä erottelemaan laskentaohjelmassa (esim. Tasoyhdistelmällä, nimeämisellä).
- Mikäli mahdollista, niin sijainti- ja lohkojaottelut olisi huomioitu jo mallinnuksen aikana. Yleensä ongelmia aiheuttavat usean sijainnin alueelle ulottuvat yhtenäiset seinä- ja laattarakenteet yms. Käytännöllisintä ja usein ainut mahdollisuuskin on, että laskija muokkaa ja huolehtii sijaintierittelyistä (huom. IFC-mallia ei voi aina muokata laskentaohjelmassa).
- Mallissa tulisi olla tasoyhdistelmänäkymä määrälaskentaa varten, ja se tulisi olla asetettu aktiiviseksi laskijan avatessa mallin ensimmäistä kertaa. Tällöin laskija näkee vain ne rakennusosat, jotka on tarkoitus laskea mallista. Tämä säästää myös aikaa koska laskentasovellus lukee vain ne rakennusosat ja objektit, mitkä oikeasti on tarkoitus laskea.
- Malleissa käytetyissä objekteissa, portaissa ja kaiteissa yms. tulisi pääsääntöisesti käyttää yksinkertaista esitystapaa ja vain visualisointiin käytetyt objektit tulisi poistaa. Toimenpide vähentäisi myös virheilmoituksia ja prosessointiaikaa 3D-näkymässä.
- Luonnosteluun tms. käytetyt ylimääräiset rakenteet, objektit, tilat jne. tulisi poistaa mallista. Nämä saattavat sijaita sellaisissa näkymissä, että laskija ei niitä huomaa ja ne saattavat tulla epähuomiossa mukaan laskelmiin.
- Pintarakenteita ei yleensä mallinneta ja tämän vuoksi pintojen laskennassa hyödynnetään tilatyyppejä työkaluja (esim. ArchiCAD vyöhyke). Vyöhykkeet tulisi pystyä erottelemaan tiloittain toisistaan riittäväällä tarkkuudella (Nimi, numero, vyöhyketyyppi). Vyöhykkeen geometrian tulisi olla oikein (korkeus, leikkaukset ja vyöhyke ei saisi "karkailla")
- Tiedostosta tulisi poistaa valmiiksi ylimääräiset referenssi piirustukset (esim. karttapohjat, IFC -referenssit yms.), koska niiden lataaminen hidastaa mallin prosessointia. Mallista voidaan lisäksi poistaa tulosteet ja planssit, mitä ei käytetä laskennassa. Mikäli laskijalla on käytössä viralli-

set päivitettyt piirustukset (tulosteina tai projektipankissa), niiden sisällyttäminen malliin ei ole tarpeellista ja ainoastaan hidastaa mallin käsittelyä ja kasvattaa sen tiedostokokoa.

- Mallia tallentaessa IFC-muotoon (ArchiCAD) on suositeltavaa käyttää muokattua kääntäjää ”Tiedonsiirto-TocomanBIM-AC” varsinkin, jos laskenta suoritetaan TocomanBIM-ohjelmalla.

Tietomallin mukaan tulisi liittää mallinnusselostus. Mallinnusselostuksesta tulisi vähintään käydä ilmi millä tietomallin työkalulla rakenne on mallinnettu, mitä on käytetty rakennusosan tunnisteenä (Leikkaustäyte, ID tms.) ja mitä on mallinnettu tai jätetty mallintamatta sekä mitä on mallinnettu vain osittain. (FMC-laskentapalvelut prosessiohje.)

8 Määrälaskennan ongelmakohtia

Mallipohjaisessa määrälaskennassa on myös ongelmakohtia. Niitä ovat mm:

- Laskentaa suoritetaan usean suunnittelualan malleista. Tällöin on mahdollista, että malleissa on päällekkäisyyttä ja samat rakennusosat tai muut massat tulevat lasketuksi useaan kertaan. Tyypillisesti arkkitehdin mallista löytyy myös muiden suunnittelualojen komponentteja. Esimerkiksi kantavia rakenteita, mitkä on esitetty myös rakennesuunnittelijan mallissa, taloteknisien järjestelmien komponentteja, mitkä on Talotekniikan mallissa myös esitetty. Täytyy osata päättää, mistä mallista lasketaan mitkään osa-alueet ja komponentit.
- Tilojen pinnat ovat usein arkkitehtimallissa esitetyt epätarkasti. Suunnittelun alkuvaiheessa se riittää, mutta suunnittelutyön edettyä tarkkuus ei enää riitä esimerkiksi pintamateriaalien määrälaskentaan. Myös eri suunnitteluohjelmissa on eroja, miten ne pystyvät tunnistamaan tiloja rajaavia rakennusosia. Lattiapintojen määriä laskettaessa voi ongelmia esiintyä, jos ohjelmisto laskee huonetilaohjelman mukaisen pinta-alan, eikä tilojen todellista pinta-alaa.

- Kattojen laskenta tuottaa usein myös ongelmia. Suunnitteluohjelmistot tarjoavat monipuoliset mahdollisuudet kattojen mallintamiseen ja muokkaamiseen. Määrälaskentaohjelmistot taas sen sijaan eivät kykene ymmärtämään monimutkaisia kattorakenteita ja näin ollen mallista ei saada minkäänlaista mittatietoa määrälaskentaan.
- Väärillä työkaluilla mallinnetut pinnat ja rakenteet. Esimerkiksi kevyet, eikantavat ulkoseinät tulisi mallintaa seinä-, ikkuna- ja ovityökalulla seinätyökalun sijaan. Näin saadaan määrälaskentaan parempi mittatieto.
- Rakennusten erikoiset ja poikkeukselliset muodot tuottavat myös ongelmia laskennassa. Kaarevat ja kaltevat sekä erikoisia aukkoja sisältävät rakennusosat ovat määrälaskentaohjelmille haastavia, eikä luotettavia määriä saada näin ollen laskettua.
- Määrälaskijalta vaaditaan eri ohjelmien käytön osaaminen ja perustietoa rakennuksen määrälaskennasta. Määrien oikeellisuutta tulee pohtia, kuten esimerkiksi, että onko määrien suuruusluokka todenmukainen. Tarvittaessa määriä voidaan tarkastella perinteisesti manuaalisesti laske-malla.
- Suunnitelmien keskeneräisyys. Keskeneräisten suunnitelmien takia koh-teen kokonaisuuden hahmottaminen vaikeutuu ja laskeminen hidastuu. Määrälaskijan täytyy olettaa ja arvioida määriä. Heikosta suunnittelusta syntyy myös ristiriitoja laskettavien materiaalien välille, milloin määrälaskijan täytyy miettiä, minkä mukaan lasketaan. Ristiriitatilanteissa voidaan kysyä tarkennuksia suoraa suunnittelijoilta. Rakennuttajalla on tapana vastata kysymyksiin lisäkirjeillä, milloin vastauksia joudutaan odotta-maan jonkin aikaa. Näin suunnitelmamuutokset lisäävät laskentaan yli-määräistä työtä, kun joudutaan korjaamaan laskettavia määriä. Määrälaskijalle vastaa tulee myös kohteita, missä suunnittelijat korvaavat van-hoja asiakirjoja uusilla, milloin kohteiden laskenta-aika venyy.
- Tietomallinnuksella on omat haasteensa silloin, kun tietomalli on virheel-linen. Tietomallista laskettaessa tarkistusprosessi nousee tärkeäksi, sillä tietomallit ovat vain apuna laskennassa. Tietomallit eivät korvaa virallisia asiakirjoja. Tämä tarkoittaa sitä, että tietomalleissa oleviin virheeseen ei

voida vedota, mikäli oma määrälaskenta on puutteellinen. Tämän vuoksi tietomallinnuksen määrrien oikeellisuus tulee tarkistaa asiakirjoista.

- Haasteita määrälaskentaan tuovat myös inhimilliset tekijät, laskuvirheet sekä laskettavan rakennusosan sijainnin virheellisyys. Isoin osa virheistä huomataan viimeistään tarkistusvaiheessa, mutta kuitenkin virheitä pääsee lopulliseen määräluetteloon ajoittain. Mikäli määrälaskijoita on useita laskemassa samaa rakennuskohdetta, tällöin kommunikointi heidän välillään on tärkeää. Laskentarajat ovat joskus epäselkeitä, milloin on epäselvää, kuka laskee minkäkin osan laskettavasta kohteesta. Laskijoiden välinen kommunikointi poistaa sen seikan, ettei mitään lasketa kahteen useampaan kerätään tai mitään ei jätetä laskematta. (YTV 2012. Osa 7.)

9 Määrälaskennan vaatimustason muuttaminen

Mallinnustyö täytyy jatkossa saada entistäkin johdonmukaisemmaksi. Hanka-
luuksia on aiheuttanut tilanteet, joissa suunnittelutyössä ei ole mallinnettu vaatimusten mukaan ja on mallinnettu vielä eri tavalla saman mallin eri osissa. Mallien tarkkuustaso tulee määritellä mallintamisen tilauksen yhteydessä, ja tarkkuustasot kuvata suunnittelualoja käsittelevissä mallinnusvaatimuksissa.

Tietomallintamisen tarkkuustaso riippuu hankkeen vaiheesta ja tietomallien hyödyntämistarpeista. Pääosin tarkkuusvaatimukset voidaan jakaa kolmeen tasoon, joiden sisällä on pieniä eroavaisuuksia eri rakenneosien välillä:

Taso 1 Käyttötarkoitus on suunnittelijoiden välinen kommunikaatio ja suunnitelmien yhteensovittaminen; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennusosat on nimetty kuvaavasti.

Taso 2 Käyttötarkoituksina ovat hanke- ja luonnosvaiheissa energia-analyysit, rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennetyyppi määriteltä ja oikean niminen ja tuoteosat mallinnettu niin, että kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto saadaan tuotetyypeittäin mallista.

Taso 3 Käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulutus ja hankinnat; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, hankintaa varten oleelliset tiedot ovat attribuutti tms. kenttinä rakennusosissa ja ne voidaan listata (esim. ikkuna: tyyppi, aukkomitat, db-vaatimukset jne.) (YTV 2012 osa 3).

Tasoa 3 tulisi käyttää kaikessa määrä- ja kustannuslaskentaan liittyvässä suunnittelutyössä, jotta saataisiin riittävän tarkkaa ja yksilöityä tietoa mallista, mihin voisi luottaa ja sen oikeellisuus olisi riittävän tarkasti tuotettua. Määrälaskennan kannalta on olennaista käyttää sellaisia mallinnustyökaluja, joiden avulla pystytään tuottamaan määrälaskennan tarvitsema mittatieto tarkasti. Tämä vaatimus toteutuu parhaiten, kun käytetään rakennusosanmallintamiseen tarkoitettua työkalua, esimerkiksi seinät mallinnetaan seinätyökalulla.

Tietomallissa olevat tilat, rakennus- ja tekniikkaosat tulee voida tunnistaa yksilöidysti määrälaskennan näkökulmasta. Esimerkiksi ilmanvaihdon kanavatyyppi tai seinien rakennetyyppi pitää tunnistaa mallissa, koska kokonaismäärät lasketaan summaamalla yksittäiset määrät. Rakennetyyppi on selkein tunnistetieto rakennusosissa, mutta tunnistamisessa voidaan käyttää mitä muutakin rakennusosalla olevaa tietoa, kuten esimerkiksi seinän korkeutta. Mallissa olevilla erikorkuisilla puurakenteisilla seinillä, jotka arkkitehdin kannalta ovat samaa tyyppiä, voi urakoitsijan näkökulmasta olla erilainen rakenne, jolloin ne ovat määrälaskennan kannalta erityyppisiä rakenteita. (YTV 2012 osa 3.)

10 Päätelmät

Usein tarjouskilpailut järjestetään ilman tilaajan teettämää määrälaskentaa. Tämä on ollut periaatteena jo pitkään, eikä ole koettu tarpeelliseksi muuttaa tätä menettelytapaa. Näin ollen urakoitsijat joutuvat tekemään tarjouslaskennan aikana myös määrälaskennan, johon sisältyy myös määrä- ja hinnoitteluriski, mikä näkyy tarjoushinnassa. Joskus, kun ennakoidaan ettei tarjouksia saada välttämättä lainkaan tai että niistä saadaan vain muutama, niin tilaajan on tehtävä erillinen määrälaskenta ja toimitettava se sitovana tarjoustaloukselle urakoitsijoille laskennan aikana. Mikäli tilaaja teettää määrälaskennan, niin oikein laadittuna se tasaa hankkeen suunnitelmien sisältämiä riskejä sekä antaa tasavertaisen pohjan tarjouskilpailulle. Näin meneteltäessä olen huomannut, että urakoitsijoiden tarjoushinnat ovat hyvin lähellä toisiaan, sillä urakoitsijoiden omissa laskennoissa saadut eroavaisuudet määrien suhteen jää pois. Tällöin myös saadaan hankkeelle realistinen hinta, kun virheet laskennassa voidaan minimoida valmiiden

määräluetteloiden saannin myötä. Myös tilaajan teettämä määrälaskenta lyhentää tarjouskilpailun kestoja, sillä urakoitsijoiden ei tarvitse erikseen laskea hankkeen määriä, ainoastaan hinnoitella ne tarjousta varten.

Aiemmin tilaaja tai rakennuttaja ei ole halunnut sitoutua laskentatoimistojen määrälaskennan määräluetteloihin. Syynä tähän on ollut se, että laskennassa on tapahtunut jonkin verran virheellisyyksiä, mikä on sitten urakan aikana maksanut tilaajalle ylimääräistä. Jos esimerkiksi määräluettelon betonikuutiomäärät ovat olleet liian pienet, niin urakan aikana urakoitsija laskuttaa materiaalin, työsuorituksen ja jälkihoidon osalta lisä- ja muutostyönä kyseisen lisääntyneen määrän, mihin tulee päälle myös urakoitsijan yleiskulut. Nämä yleiskulut eivät olisi esiintyneet kuluna tilaajalle, mikäli määräluettelon massat olisivat olleet oikeat lähtötiedoissa.

Suunnittelu- ja laskentaohjelmistojen kehittymisen myötä sekä osaamisen kartuttua on mahdollista, että tilaaja voisi sitoutua annettuihin määriin. Tämä, että näin päädyttäisiin toimimaan, edellyttää kuitenkin useamman onnistuneen määrälaskentatuloksen eri hankkeissa. Toiminta on kuitenkin koko ajan lähentymässä tähän suuntaan, että toimittaisiin valmiiden määräluetteloiden pohjalta tarjouskilpailuissa. Eräänä seikkana tähän on vaikuttamassa se, että kaikki suunnittelutyö nykyään tehdään kuitenkin jo tietomallintamalla ja siitä saadun kokemuksen ja osaamisen myötä mallintamisen tarkkuus ja virheettömyys ovat lisääntyneet.

Lähteet

AECHICAD (<https://mad.fi/tuotteet/archicad>) Luettu 15.6.2019

Autodesk Revit (<https://www.autodesk.fi/>) Luettu 20.06.2019

Enkovaara, E 1994. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto Oy.

FMC-laskentapalvelut prosessiohje. Laskentatoimiston materiaalia

Graphisoft (<https://www.graphisoft.com/support/>) Luettu 20.06.2019

Lindholm, M. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Simplebim <https://simplebim.com/> Luettu 20.06.2019

Penttilä, H., Nissinen, S.& Niemenoja, T. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa. Yleiset periaatteet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Pitko, J. 2010. Infrarakentamisen tietomallinnus urakkalaskennan apuna. Savonia ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Rakennustieto, Nimikkeistöt https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/nimikkeistot_21.html Luettu 20.2.2019

Rakennustieto, Rakennushankkeen kustannushallinta 2018

Simplebim support <http://datacubist.com/support/> Luettu 10.3.2019

Tekla tuotteet. <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/vico-ohjelmistot> Luettu 27.2.2019

Terävä, M 2012 Vico software.

Tietomalli korjausrakentamisessa, Senaattikiinteistöt

Tocoman (www.tocoman.fi) Luettu 27.2.2019

YTV2012 osa1 https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf Luettu 10.01.2019

YTV2012.Osa3 https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_3_ark.pdf Luettu 10.1.2019

YTV2012.Osa 7https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_7_maaralaskenta.pdf Luettu 10.03.2019